



SKRIPSI – ME141501

**DESAIN KONSEPTUAL FLOATING POWER PLANT 60MW
DENGAN PEMBANGKIT TURBIN GAS**

Randy Adiputra
NRP. 4213 100 106

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ketut Buda Artana, ST., M.Sc.
Dr. I. Made Ariana, ST., MT.

Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2017

Halaman ini sengaja dikosongkan



FINAL PROJECT – ME141501

**CONCEPTUAL DESIGN FLOATING POWER PLANT 60MW WITH GAS
TURBINE**

Randy Adiputra
NRP. 4213 100 106

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ketut Buda Artana, ST., M.Sc.
Dr. I. Made Ariana, ST., MT.

Department of Marine Engineering Faculty of
Marine Technology Institut Teknologi Sepuluh
Nopember Surabaya 2017

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KONSEPTUAL *FLOATING POWER PLANT* 60 MW DENGAN PEMBANGKIT TURBIN GAS

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Reliability, Availability, Management
and Safety* (RAMS)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RANDY ADIPUTRA

NRP 4213 100 106

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Prof. Dr. Ketut Buda Artana, S.T., M. Sc.

()
()

Dr. I Made Ariana, S.T., M.T.

Halaman ini sengaja dikosongkan

**DESAIN KONSEPTUAL FLOATING POWER PLANT 60 MW DENGAN
PEMBANGKIT TURBIN GAS**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Reliability, Availability, Management
and Safety* (RAMS)

Program Studi S-1 Depaertemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RANDY ADIPUTRA
NRP 4213 100 106

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan:



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.
NIP. 197708022008011007

Halaman ini sengaja dikosongkan

DESAIN KONSEPTUAL FLOATING POWER PLANT 60 MW DENGAN PEMBANGKIT TURBIN GAS

Nama : RANDY ADIPUTRA
NRP : 4213 100 106
Supervisor : Prof. Dr. Ketut Buda Artana, ST., M.Sc
Dr. I. Made Ariana, ST., MT.

ABSTRAK

Dewasa ini pengembangan kapasitas energi listrik dibutuhkan untuk dapat memenuhi pertumbuhan beban dan kebutuhan listrik secara nasional. Pengembangan kapasitas tenaga listrik tersebut dilakukan dengan merencanakan penambahan pembangkit listrik sebesar 35.000 MW yang direncanakan akan selesai pada tahun 2019. Pada tahap penyelesaiannya diperlukan solusi jangka pendek untuk mengatasi kekurangan kebutuhan listrik nasional, hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan Floating Power Plant. Pembangkit Listrik mengapung atau *Floating Power Plant* merupakan sebuah kapal, yang di buat menjadi wadah dari sistem pembangkit listrik. Keunggulan dari sistem ini adalah proses pembangunan yang relatif cepat dan pembangkit ini dapat dipindahkan sesuai dengan kebutuhan. Dengan melakukan proses kalkulasi, desain dan perencanaan, *Floating Power Plant 60 MW* ini dirancang menggunakan *Gas Turbine* yang dapat menggunakan dua buah jenis bahan bakar yaitu *Diesel Oil* dan *Natural gas*. Pada sistem bahan bakar *Diesel Oil* bahan bakar yang diperlukan oleh turbin ini sebesar 5.581 Ton, dengan kapasitas bahan bakar tersebut turbin ini dapat beroperasi selama 14 hari. Pada sistem Bahan bakar *Natural Gas* sistem ini dirancang mendapatkan suplai bahan bakar dari *barge FSRU*. Dalam pengerjaan *Conceptual Design* ini *Rules* dan *Project Guide* di gunakan sebagai dasar pemikiran untuk mendapatkan rancangan yang efisien.

Kata Kunci : Desain Konseptual, Floating Power Plant, Gas Turbine

Halaman ini sengaja dikosongkan

CONCEPTUAL DESIGN FLOATING POWER PLANT 60 MW WITH GAS TURBINE

Nama : RANDY ADIPUTRA
NRP : 4213 100 106
Supervisor : Prof. Dr. Ketut Buda Artana, ST., M.Sc
Dr. I. Made Ariana, ST., MT.

ABSTRAK

These days the development of electrical energy capacity is needed to fullfil national load growth and national electricity demand that keep rising year to year. Electricity demand problems considered to be one of the problem hence, The government planned to implies a development of electric power capacity and will be planned to make 35,000 MW power plant, the power plant is planned to be completed in 2019. It is believed that by using Floating Power Plant as a short-term solution can fullfil at least few proportion of electricity demand. *Pembangkit Listrik mengapung* or Floating Power Plant is a ship, which are made into a vessel of power generation systems. The advantage of this system is the development process relatively fast and the plant can be moved as needed. The summary of Floating Power Plant yielded by performing several steps of calculation, design, arrangement and planing. The summary of 60MW Floating power Plant *is designed using Gas Turbine which can use two types of different fuel those are Diesel Oil and Natural gas*. In the Diesel Oil fuel system the fuel required by the turbine is 5,581 Ton and it is equal with 14 days of operation. The system of Natural Gas is designed that fuel is supplied from barge FSRU. Several standard are implied in the process of this *Conceptual Design. Rules and Project* Guide used as a reason due to efficient planing.

Kata Kunci : *Conceptual Design, Floating Power Plant, Gas Turbine*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Tugas Akhir ini sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada bidang studi *Reliability, Availability, Maintainability and Safety* (RAMS) Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Ir. Nefo Haulian Siregar, Dra. Rita Natsir dan Vania Puteri sebagai Bapak, Ibu dan adik penulis yang senantiasa memberikan semangat dan waktu untuk berdiskusi dengan penulis.
2. Bapak Prof. Dr Ketut Buda Artana, ST, M.Sc dan Bapak Dr. I Made Ariana, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan pembelajaran pada penulis agar dapat menjadi insan yang baik
3. Bapak Ir. Agoes Achmad Masroeri, M.Eng., D.Eng sebagai dosen wali yang dengan senang hati membantu penulis dalam menjalani seluruh proses pendewasaan penulis.
4. Seluruh Pembimbing dan Member Laboratorium RAMS
5. Seluruh Dosen dan Staf Departemen Teknik Sistem Perkapalan
6. Seluruh Mahasiswa Departemen Teknik Sistem Perkapalan
7. Billy Juanda, Irfan Byna, Dolimora, Gage, Aloysius, Bramastra, Farev Shobirin, Aldio, Rezki, Hendra, Teto yang telah memberikan inspirasi dan dukungan penuh selama pengerjaan tugas akhir ini.
8. Teman dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.

Surabaya, 9 Juli 2017

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	V
ABSTRAK	IX
KATA PENGANTAR	XI
DAFTAR ISI	XV
DAFTAR GAMBAR	XVII
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. BATASAN MASALAH	2
1.4. TUJUAN PENELITIAN	3
1.5. MANFAAT PENULISAN	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.2 RENCANA UMUM	6
2.3 TURBIN GAS	7
2.3 SISTEM BANTU TURBIN	10
2.4 PERHITUNGAN LWT	15
2.5 PERHITUNGAN DWT	16
2.6 STABILITAS	18
2.7 RENCANA PENANGGULANGAN KEBAKARAN DAN KESELAMATAN	20
BAB III	21
METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 DESKRIPSI METODOLOGI	22
BAB IV	25
ANALISIS	25
4.1 REQUIREMENT	25
4.2 SISTEM PENUNJANG TURBIN	26
4.3 PERENCANAAN RUANG	41
4.4 PERHITUNGAN UKURAN UTAMA KAPAL	58
4.5 GENERAL ARRANGEMENT	69
4.6 PERHITUNGAN KOEFISIEN DAN DRAFT	73
4.7 PERHITUNGAN STABILITAS	75
4.8 PERENCANAAN FIRE PLAN	78
4.9 PENGAMBARAN FIRE & SAFETY PLAN	98

BAB V.....	101
KESIMPULAN	101
5.1 KESIMPULAN	101
DAFTAR PUSTAKA	103

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1.1 KONDISI SISTEM KELISTRIKAN NASIONAL.....	1
GAMBAR 3.1: SPIRAL DESAIN	5
GAMBAR 3.2: GENERAL ARRANGEMENT	6
GAMBAR 3.3 SKEMA KERJA TURBIN GAS	8
GAMBAR 3.4 SIKLUS BRAYTON	9
GAMBAR 3.5 : SISTEM LUBRIKASI TURBIN	13
GAMBAR 3.6 SISTEM BAHAN BAKAR CAIR.....	11
GAMBAR 3.7 SISTEM BAHAN BAKAR GAS.....	11
GAMBAR 4.1 SISTEM LUBRIKASI.....	32
GAMBAR 4.2 SISTEM LUBRIKASI INTERNAL TURBIN	32
GAMBAR 4.3 : SISTEM BAHAN BAKAR TURBIN NATURAL GAS	34
GAMBAR 4.4 : SKEMA BAHAN BAKAR HSD.....	34
GAMBAR 4.5 : TANKI BAHAN BAKAR	37
GAMBAR 4.6 : TANKI BAHAN BAKAR	37
GAMBAR 4.7 : SISTEM TRANFER PUMP	40
GAMBAR 4.8 : SISTEM BAHAN BAKAR LIQUID.....	40
GAMBAR 4.10 : SISTEM BAHAN BAKAR INTERNAL TURBIN.....	41
GAMBAR 4.11 : KEBUTUHAN RUANG PEMELIHARAAN.....	42
GAMBAR 4.12: PROYEKSI TURBIN SET.....	43
GAMBAR 4.13 : 5 BUAH TURBIN TITAN 130	43
GAMBAR 4.14 : KEBUTUHAN RUANGAN TURBIN.....	44
GAMBAR 4.15 : ESTIMASI PENEMPATAN CRANE TITIK 1	45
GAMBAR 4.16 : ESTIMASI PENEMPATAN CRANE TITIK 2	45
GAMBAR 4.17 : ESTIMASI PENEMPATAN CRANE TITIK 3	46
GAMBAR 4.18: LAY OUT CRANE.....	47
GAMBAR 4.19 : LAYOUT AUXILIARY ROOM.....	48
GAMBAR 4.20 RUANGAN ELEKTRIKAL	49
GAMBAR 4.21 : RUANGAN BATERAI.....	50
GAMBAR 4.22 : RUANG TIDUR AWAK	51

GAMBAR 4.23 : RUANGAN SANITASI	52
GAMBAR 4.24 : MESS ROOM	53
GAMBAR 4.25 : GALLEY AND STORAGE	54
GAMBAR 4.26 : RUANGAN LAUNDRY	55
GAMBAR 4.27 : RUANG KESEHATAN	56
GAMBAR 4.28 : RUANGAN REKREASI.....	57
GAMBAR 4.29 : MAIN CONTROL ROOM & OFFICE.....	58
GAMBAR 4.30 TANKI BALLAST DAN TANKI BAHAN BAKAR	65
GAMBAR 4.31 TANKI BALLAST DAN TANKI BAHAN BAKAR	66
GAMBAR 4.32 TAMPAK DEPAN POTONGAN MIDSHIP	69
GAMBAR 4.33 TAMPAK ATAS KAPAL.....	70
GAMBAR 4.34 TAMPAK SAMPING KAPAL	71
GAMBAR 4.35 TAMPAK ATAS DECK TRANSFORMATOR.....	72
GAMBAR 4. 36 TAMPAK ATAS DECK B	72
GAMBAR 4.37 TAMPAK ATAS DECK C.....	73
GAMBAR 4.38 TAMPAK ATAS DECK D	73
GAMBAR 4.39 FIRE ALARM SYMBOL.....	81
GAMBAR 4.40 SPRINKLER SYMBOL	82
GAMBAR 4.41 SMOKE AND FLAME DETECTOR SYMBOL.....	82
GAMBAR 4.42 MANUAL <i>CALL POINT SYMBOL</i>	83
GAMBAR 4.43 HYDRANT SYMBOL	84
GAMBAR 4.44 FIRE PLAN SYMBOL.....	85
GAMBAR 4.45 FIRE EXTINGUISHER SYMBOL	86
GAMBAR 4.46 DOOR SYMBOL	87
GAMBAR 4.47 <i>EEBD SYMBOL</i>	89
GAMBAR 4.48 LIFEBOUY SYMBOL	89
GAMBAR 4.48 LIFE RAFT SYMBOL	91
GAMBAR 4.49 <i>EMBARKATION LADDER SYMBOL</i>	92
GAMBAR 4.50 LIFE JACKET SYMBOL	92
GAMBAR 4.51 TWO WAY VHF RADIO SYMBOL.....	93

GAMBAR 4.52 RADAR TRANSPONDERS SYMBOL.....	94
GAMBAR 4.54 EPIRB SYMBOL.....	95
GAMBAR 4.55 ROCKER PARACHUTE SYMBOL.....	96
GAMBAR 4.56 EXIT LEFT & RIGHT SYMBOL	97
GAMBAR 4.57 ESCAPE ROUTE SYMBOL.....	97
GAMBAR 4.58 MUSTER STATION SYMBOL.....	98
GAMBAR 4. 59 : FIRE AND SAFETY PLAN	99

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

TABEL 4.1 : DAFTAR EQUIPMENT TERSEDIA	25
TABEL 4.2 : LANJUTAN DAFTAR EQUIPMENT TERSEDIA.....	26
TABEL 4.3 SPESIFIKASI POMPA SIRKULASI	28
TABEL 4.4 SPESIFIKASI POMPA TRANSFER.....	29
TABEL 4.5 SPESIFIKASI SEPARATOR.....	30
TABEL 4.6 SPESIFIKASI PENDINGIN MINYAK PELUMAS	30
TABEL 4.7 : CALORIFIC VALUE	36
TABEL 4.8 : TABEL KEBUTUHAN 100% LOAD	36
TABEL 4.9 : TABEL KEBUTUHAN 80% LOAD.....	36
TABEL 4.10 : TABEL KEBUTUHAN TANKI BAHAN BAKAR.....	36
TABEL 4.11: SPESIFIKASI POMPA TRANSFER.....	38
TABEL 4.12 : SPESIFIKASI POMPA BOOSTER	38
TABEL 4.13: SPESIFIKASI CRANE.....	46
TABEL 4.14 : PERALATAN PERMESINAN BANTU	47
TABEL 4.15: PERALATAN RUANGAN ELEKTRIKAL	49
TABEL 4.17: PERALATAN PADA RUANGAN BATERAI.....	50
TABEL 4.19 BERAT PERALATAN	60
TABEL 4.20 LANJUTAN BERAT PERALATAN	61
TABEL 4.21 TOTAL LWT.....	63
TABEL 4.22 TOTAL BERAT MINYAK PELUMAS	63
TABEL 4.23 TOTAL BERAT AWAK & BEKAL	64
TABEL 4.24 TOTAL BERAT AIR BERSIH	64
TABEL 4.25 TOTAL DWT	65
TABEL 4.26 : VOLUME TANKI BALLAST.....	65
TABEL 4.27 TANKI BALLAST DASAR GANDA	66
TABEL 4.28 LANJUTAN TABEL BALLAST DASAR GANDA	66
TABEL 4.29 TABEL BALLAST <i>WING TANK</i>	66
TABEL 4.29 TABEL BALLAST <i>WING TANK</i>	67
TABEL 4.30 TOTAL TANGKI BALLAST	67

TABEL 4.31 : POMPA BALLAST.....	68
TABEL 4.32 : VOLUME WATERLINE.....	74
TABEL 4.33 : SKENARIO PEMUATAN KAPAL.....	74
TABEL 4.34 : DRAFT KAPAL SESUAI SKENARIO.....	75
TABEL 4.35 : PERHITUNGAN GZ TERHADAP STABILITAS KAPAL.....	77
TABEL 4. 36 : PERBANDINGAN HASIL DENGAN STANDART.....	77
TABEL 4. 37 : LANJUTAN PERBANDINGAN HASIL DENGAN STANDART.....	78
TABEL 4. 38 : ATURAN PENGGUNAAN DETEKTOR.....	83
TABEL 4.39 PERATURAN MINIMAL <i>LIFEBUOYS</i>	90
TABLE 5.1 UKURAN UTAMA KAPAL.....	101
TABEL 5. 2 : PERBANDINGAN HASIL DENGAN STANDART.....	102

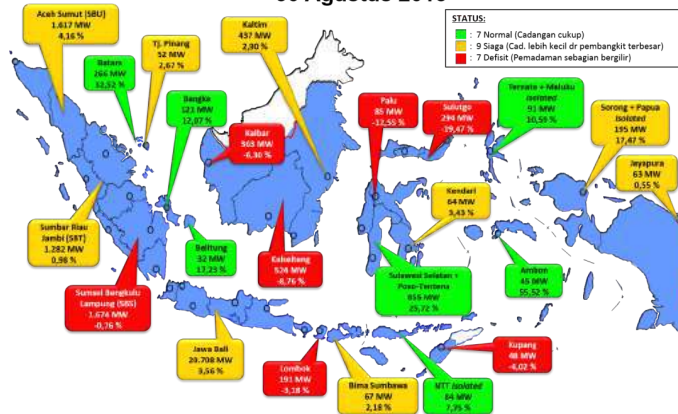
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Kesatuan Republik Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki luas area 1.904.569 km², dengan kondisi geografis tersebut maka pemerataan pembangunan dan penerapan teknologi di negara ini mengalami kendala yang cukup serius. salah satunya dalam bidang energi listrik.

KONDISI SISTEM KELISTRIKAN NASIONAL
30 Agustus 2015



Gambar 1.1 Kondisi sistem kelistrikan nasional¹

Untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat yang terus tumbuh, Pemerintah saat ini melalui PT. PLN (Persero) mengupayakan penambahan kapasitas listrik sebesar 35.000 MW dalam kurun waktu sepuluh tahun.

Menurut RUPTL hingga saat ini Sumatera dan Indonesia bagian timur masih mengalami defisit daya penyediaan tenaga listrik, sebagai akibat dari kurangnya pembangkit permanen dan tingginya pertumbuhan permintaan tenaga listrik di daerah tersebut.

Dalam proses pembangunan tenaga listrik permanen sebesar 35 GW tersebut, perlu di dapatkan solusi jangka pendek mengenai kekurangan pasokan listrik yang terjadi di berbagai lokasi di Indonesia.

Perencanaan pembangunan Floating Power Plant merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk menunjang kelistrikan hingga proses pembangunan pembangkit listrik di area terkait dapat memenuhi kebutuhan listriknya.

Floating Power Plant merupakan pembangkit listrik yang didesain berada diatas kapal, dengan desain tersebut sistem ini mempunyai keunggulan dapat dipindahkan sesuai dengan keperluan tenaga listrik diberbagai daerah.

Menurut RUPTL 2016-2024 pengadaan Floating powerplant ini sangat diperlukan, dikarenakan memiliki manfaat memenuhi pertumbuhan demand, mengurangi sewa pembangkit berbahan bakar minyak, mengatasi kekurangan pasokan daya akibat keterlambatan proyek pembangkit atau transmisi, mengatasi

¹ Sumber: Satuenergi.com

kekurangan pasokan daya akibat keluarnya unit pembangkit eksisting baik karena gangguan maupun pemeliharaan, dan meningkatkan rasio elektrifikasi atau melistriki daerah yang belum mendapatkan pasokan listrik.

Dalam proses pembangunan *Floating Power Plant* diperlukan perencanaan ukuran utama kapal untuk memastikan kapal dapat dibuat dan beroperasi di Indonesia. Perencanaan rencana umum diperlukan sebagai dasar pembuatan kapal yang efisien dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan deskripsi latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan di analisis pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana mengestimasi ukuran utama kapal
2. Bagaimana merencanakan sistem permesinan dan penunjangnya pada 60MW Floating Power Plant
3. Bagaimana Rencana umum dan rencana keselamatan pada 60MW Floating Power Plant
4. Bagaimana Stabilitas kapal

1.3. Batasan Masalah

Batasan permasalahan pada penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Tugas Akhir ini berfokus terhadap *conceptual design* pada kapal 60MW *Floating Power Plant* yaitu: Rencana Umum, perhitungan stabilitas, dan Keselamatan
2. Biaya dan Faktor ekonomis tidak di perhitungkan
3. Sistem Kelistrikan tidak diperhitungkan

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan dari penyusunan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Mengestimasi ukuran utama pada kapal
2. Merencanakan Sistem permesinan dan penunjangnya pada 60 MW Floating Power Plant
3. Mendesain Rencana umum dan Rencana keselamatan pada 60 MW Floating Power Plant
4. Merencanakan Sistem stabilitas kapal

1.5. Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini antara lain :

1. Mengetahui kebutuhan dan regulasi yang di implementasikan terhadap *Conceptual Design* 60MW Floating Power Plan
2. Membuat *Conceptual Design 60MW FLOATING POWER PLAN*.
3. Sebagai referensi terhadap industri terkait untuk mendesign kapal pembangkit listrik

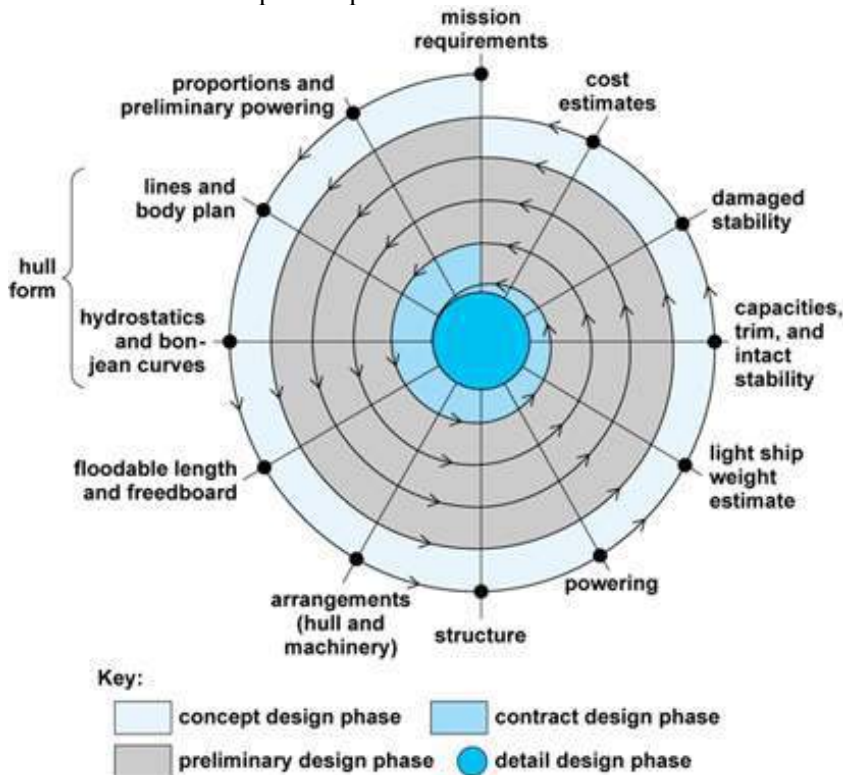
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Desain Konseptual

Konseptual desain adalah tahapan dimana sebuah permintaan akan diubah menjadi rancangan dengan beberapa opsi pilihan yang akan digunakan sebagai dasar pemikiran penentuan dimensi kapal, tenaga yang dibutuhkan, *deadweight*, *lightweight*, dan sebagainya.

Opsi dari konseptual desain lalu dianalisa untuk mendapatkan dasar-dasar yang optimal untuk dilanjutkan pada tahap selanjutnya yaitu preliminary design, dalam preliminary design kapal akan dirancang berdasarkan dasar-dasar dari konseptual desain, Jadi Dimensi kapal, bentuk lambung, *preliminary arrangement of hull and machinery*, dan struktur utama termasuk pada *Basic Design*, yang akan menghasilkan karakteristik pada kapal



Gambar 3.1: Spiral Desain²

² Sumber: Taggart, Robert. *Ship Design and Construction* (1980)

2.2 Rencana Umum

Rencana Umum merupakan penggambaran dari seluruh ruangan yang di butuhkan pada kapal seperti ruang mesin, ruang bahan bakar, ruang akomodasi, dan lain lain.

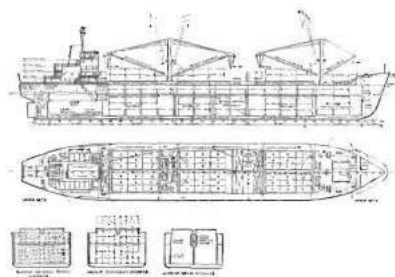
Rencana umum seharusnya adalah perwujudan dari segala keinginan dari owner kapal yang telah di ubah menjadi gambar oleh desainer kapal tersebut. Maka dari itu penentuan dan penempatan ruangan kapal menjadi hal yang menarik dikarenakan setiap kapal memiliki keunikan tersendiri.

Penggambaran pada general arrangement tidak memiliki prosedur yang spesifik yang diatur oleh peraturan, perencanaan ini merepresentasikan gambaran karakteristik kapal yang spesifik sesuai dari perhitungan dari desainer kapal. Pekerjaan pada general arrangement adalah menentukan dan merekayasa penempatan ruangan ruangan utama yaitu:

- Ruang Mesin
- Ruang Muatan
- ABK, Penumpang, dan ruangan lain yang terkait
- Tanki
- dan lain lain

Dimulai dari perhitungan kebutuhan ruang muat kapal, berdasarkan muatan atau peralatan utama yang akan di bangun menjadi dasar sebuah ukuran utama kapal yang ada. Lalu masuknya pertimbangan pertimbangan lain untuk akses, akomodasi, kemudahan bekerja dan lain lain yang membuat kapal di desain nyaman mungkin untuk dapat dinikmati oleh setiap awak ataupun penumpang yang ada di kapal tersebut.

Beberapa dasar pemikiran yang sangat penting untuk Rencana Umum adalah mengenai tujuan utama dari kapal yang akan di rancang dan bagaimana tujuan tersebut dapat di gapai(Watson, David. 1998)



Gambar 3.2: General Arrangement³

³ Sumber: Watson, David. Practical Ship Design (1998)

2.3 *Floating Power Plant*

Floating Power Plant atau yang sering dikenal sebagai kapal pembangkit listrik, merupakan sebuah kapal yang dirancang sebagai pembangkit listrik terapung, sistem ini dapat menggunakan satu buah atau lebih turbin gas, mesin diesel, boiler atau reaktor nuklir untuk membangkitkan tenaga listrik. Pada mulanya *floating power plant* di desain oleh *General Electric* untuk kebutuhan daya saat perang pada perang dunia kedua. Sejalan berjalannya waktu rancangan dan kapasitas listrik pada pembangkit listrik terapung ini terus meningkat di ikuti dengan kebutuhan listrik pada setiap negara. Saat ini perusahaan yang berfokus pada *floating power plant* adalah *KARADENiZ Energy*.



Gambar 3.3 *KARADENiZ Powership Zeynep Sultan*⁴

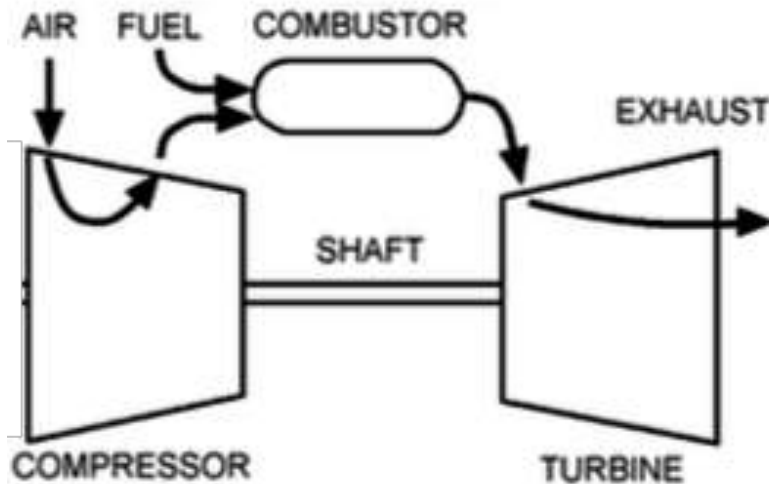
Gambar 3.3 merupakan sistem *floating power plant* yang saat ini sedang disewa oleh Indonesia, kapasitas dari floating power plant tersebut adalah 125 MW yang direncanakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah Sulawesi Utara, kapal tersebut akan beroperasi selama lima tahun di perairan Amorang.

⁴ Sumber (Karadenizenergy.com)

2.4 Turbin Gas

Turbin adalah sebuah mesin rotary yang bekerja dengan konsep utama yaitu mengubah gaya aliran fluida menjadi energi gerak, dengan demikian salah satu keuntungan dari turbin adalah memiliki sistem yang dapat menggunakan beberapa jenis fluida sebagai bahan dasar penggerak turbin salah satunya adalah gas.

Turbin gas adalah salah satu dari type motor pembakaran dalam (IC) yang menggunakan campuran udara dengan bahan bakar untuk menghasilkan tenaga melalui pemutaran turbin. Turbin sendiri memiliki 3 bagian pokok yaitu kompresor, ruang pembakaran, dan turbin gas.



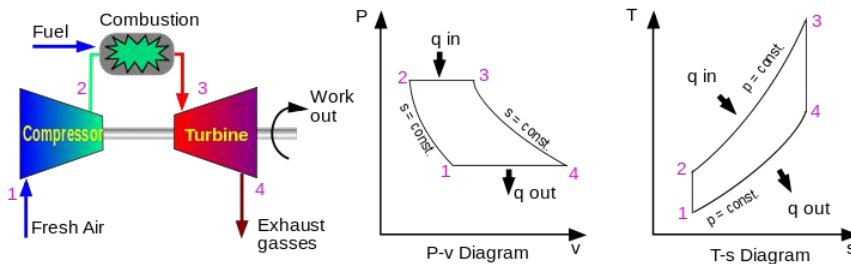
Gambar 3.3 Skema Kerja Turbin gas⁵

Dalam operasinya, secara termodinamika gas turbin dapat dijelaskan menggunakan Siklus Brayton yaitu udara akan dikompresi secara isentropik lalu pembakaran akan terjadi dengan tekanan konstan, ekspansi yang akan menjadi gaya dorong sudu sudu turbin membuat tekanan kembali ke awal secara isentropik.

Pada sistem utama turbin gas yaitu kompresor, ruang pembakaran dan turbin. Kompresor digunakan sebagai alat untuk merekayasa tekanan udara yang akan masuk terhadap sistem, untuk mendapatkan volume aliran yang lebih besar, gas turbin biasanya menggunakan kompresor jenis aksial, dikarenakan efisiensi yang lebih tinggi pada laju volume udara yang lebih besar.

⁵ Sumber: Solar Turbine Turbo Machinery Package Titan 130 AR Generator set, Solar Turbine San Diego.

Ruangan pembakaran merupakan tempat dimana udara dikondisikan untuk mendapatkan temperatur udara yang tinggi dengan cara menginjeksikan bahan bakar, dengan demikian volume yang sama dan temperatur pada udara meningkat, maka tekanan pada udara akan meningkat sejalan dengan temperatur yang meningkat, hal ini akan membuat udara menjadi energi efektif untuk menggerakkan sudu sudu atau *blade* pada turbin.



Gambar 3.4 Siklus Brayton⁶

Ruangan pembakaran merupakan tempat dimana udara dikondisikan untuk mendapatkan temperatur udara yang tinggi dengan cara menginjeksikan bahan bakar, dengan demikian volume yang sama dan temperatur pada udara meningkat, maka tekanan pada udara akan meningkat sejalan dengan temperatur yang meningkat, hal ini akan membuat udara menjadi energi efektif untuk menggerakkan sudu sudu atau *blade* pada turbin.

Dalam sistem turbin sudu sudu atau *blade* pada propeller mendapatkan impact panas yang besar dari udara, dengan demikian perlu adanya sistem pendinginan yang digunakan untuk mendinginkan *blade* turbin yang ada pada sistem ini, *blade* turbin dapat di dinginkan dengan dua buah media yaitu udara dan air, pada pendinginan menggunakan udara sistem akan memisahkan sebagian dari udara yang terkompresi untuk di alirkan ke *blade*, jika menggunakan air sebagai pendingin maka air yang masuk ke bagian *blade* pada turbine akan dipanaskan terlebih dahulu untuk menghindari thermal shock pada *blade* turbin, setelah itu air dialirkan melalui blade, panas yang berada pada blade membuat air berubah menjadi uap air dan dibuang bersama dengan udara bakar yang berada pada ruangan tersebut. Keuntungan dari turbin gas adalah:

- Dapat memproduksi tenaga dengan jumlah besar namun dengan ukuran dan berat yang relatif kecil
- Biaya perawatan yang kecil karena komponen hanya melakukan putaran tidak seperti piston engine
- Bahan bakar yang digunakan bervariasi

⁶ Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/File:Brayton_cycle.svg

- dapat mencapai keadaan maksimum lebih cepat dari turbin uap
(Langston, Lee. 1997)

2.5 Sistem Penunjang Turbin

Sebuah turbin tidak dapat langsung mengubah bahan bakar menjadi sebuah energi mekanis, perlu adanya perlakuan terhadap objek untuk mendapatkan kondisi yang dibutuhkan sebuah turbin agar dapat bekerja, dalam prosesnya sebuah bahan bakar harus melewati beberapa strainer, treatment dan dipompa untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar. Dalam bagian ini akan dijelaskan mengenai sistem penunjang yang akan didesain pada tugas akhir ini.

2.5.1 Sistem Bahan Bakar

Sistem Bahan bakar merupakan sistem yang dibuat untuk mengkondisikan bahan bakar sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan oleh turbin, turbin gas memiliki kelebihan yaitu dapat menggunakan berbagai bahan bakar untuk menjadi tenaga, hal tersebut menjadikan sistem bahan bakar pada turbin memiliki karakteristik yang spesifik.

Pada Solar Turbin Turbomach Titan 130 Turbin gas tersebut dapat menggunakan dua buah jenis bahan bakar yaitu bahan bakar liquid berupa HSD atau solar dan MDO yang telah di purifikasi terlebih dahulu serta dapat menggunakan bahan bakar dalam bentuk gas seperti natural gas, petroleum gas dan sebagainya.

Saat menggunakan bahan bakar cair untuk menjadi bahan bakar pada turbin, Solar Turbin memiliki aturan untuk kualitas bahan bakar cair yang masuk terhadap turbin sesuai dengan Solar's Engineering Specification ES 9 -98 yaitu bahan bakar yang telah terdestilasi dengan grade 1 dan 2. Maka dari itu penggunaan bahan bakar cair pada turbin harus di ikut sertakan dengan sistem bantu berupa fuel treatment.

Penggunaan bahan bakar cair pada gas turbin dilakukan dengan proses atomizing atau proses dimana bahan bakar akan dicampur dengan udara bertekanan, hal tersebut membuat bahan bakar cair menjadi seperti *droplet* lalu terdapat sistem *ignition* untuk membuat bahan bakar menjadi terbakar.

Pada penggunaan bahan bakar gas, bahan bakar gas akan di sesuaikan dengan Solar's Engineering Specification ES 9 -98, pada bahan bakar berbasis gas sistem yang wajib dipasang adalah regulator tekanan, kontrol temperatur dan booster pump untuk memastikan laju aliran bahan bakar tidak kurang dari 5 ton/jam sesuai dengan spesifikasi dari *project guide*.

Sesuai dengan project guide yang ada, sistem bahan bakar saat menggunakan bahan bakar gas sistem yang ada melakukan pengkondisian pada bahan bakar dikarenakan bahan bakar gas adalah bahan bakar yang siap digunakan pada gas turbin.

Gambar 3.6 Sistem Bahan Bakar Cair⁷

Gambar 3.7 Sistem Bahan Bakar Gas⁸

⁸ Sumber: Solar Turbine Turbo Machinery Package Titan 130 AR Generator set, Solar Turbine San Diego.

Perhitungan terhadap kebutuhan bahan bakar pada Solar Turbin Titan Turbomach 130 menggunakan *heat rate* yang berasal dari project guide, *heat rate* merupakan energi yang dibutuhkan oleh turbin untuk mendapatkan 1 kWe di setiap jamnya. Dengan demikian perhitungan terhadap kebutuhan energi turbin dapat dirumuskan dengan rumusan sebagai berikut.

$$TH_R = H_R \times T \times P \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana

TH_R	= <i>Total Heat Rate</i>	(kJ)
H_R	= <i>Heat Rate</i>	(kJ/kWe-hr)
T	= Waktu	(hr)
P	= Daya	(kWe)

Dari rumus tersebut didapatkan kebutuhan energi total sebuah turbin pada waktu dan beban daya yang di inginkan, lalu energi yang dibutuhkan akan dibagi dengan *calorific value* atau kemampuan bahan bakar untuk menghasilkan energi di setiap kg bahan bakar, dari penjelasan tersebut dapat dirumuskan dengan rumus sebagai berikut.

$$W_m = \frac{TH_R}{C_f} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana

W_m	= Massa bahan bakar	(kg)
TH_R	= <i>Total Heat Rate</i>	(kJ)
C_f	= <i>Calorific Value</i>	(kJ/kg)

Dari rumus tersebut didapatkan kebutuhan bahan bakar turbin dalam satuan berat, hal ini telah memenuhi kebutuhan untuk mendapatkan kebutuhan ruang pada tanki bahan bakar.

2.5.2 Sistem Lubrikasi

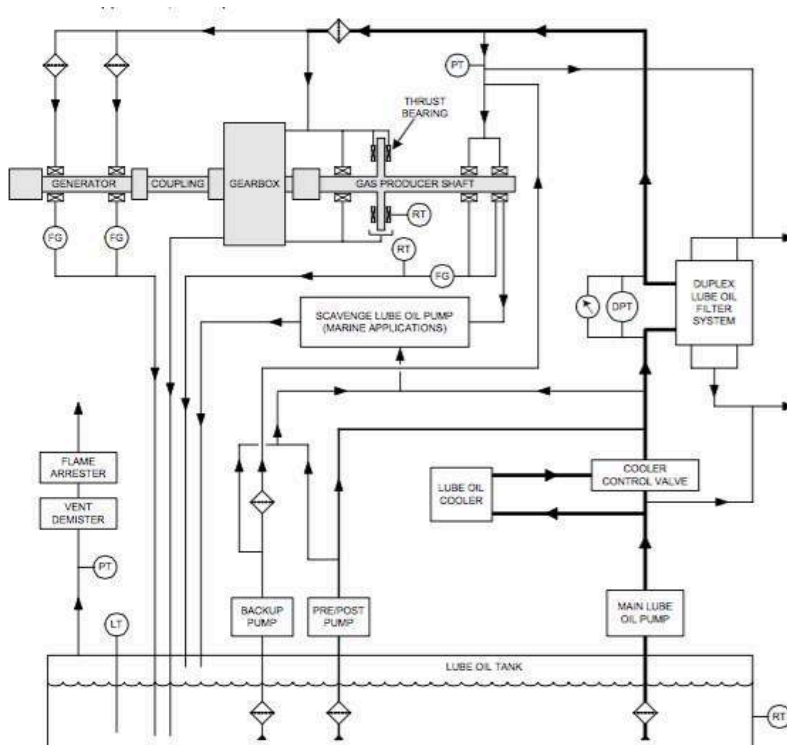
Sistem lubrikasi adalah sistem yang digunakan untuk mensuplai fluida pelumas terhadap turbin saat turbin sedang bekerja, fungsi dari fluida pelumas atau yang sering disebut sebagai minyak pelumas adalah untuk mengurangi gesekan antara benda bergerak di dalam turbin dan sekaligus sebagai fluida pendingin pada poros turbin.

Desain dari sistem lubrikasi pada setiap turbin memiliki perbedaan sesuai dengan permintaan dari desainer turbin, sistem lubrikasi pada turbin pada umumnya digunakan untuk mensirkulasi minyak pelumas ke gas turbine terhadap benda yang bergerak, minyak lubrikasi di suplai dari tangki penyimpanan, temperatur dari sisi minyak pelumas akan di kontrol dengan menggunakan katup themostatic, heater pada tanki dan pendingin minyak lubrikasi.

Sistem lubrikasi yang didesain pada *Floating Power Plant* ini adalah 2 buah sistem yaitu sistem eksternal turbin dan sistem internal turbin. Sistem internal turbin

merupakan sistem lubrikasi yang digunakan untuk melumasi turbin itu sendiri yang terdiri dari pompa lubrikasi utama, pompa *prelube* atau pompa lubrikasi awal, pompa lubrikasi darurat, duplex filter, cooler, dan sebagainya, Sistem tersebut telah terdapat pada sistem lubrikasi internal pada turbin tersebut.

Sistem Lubrikasi Eksternal merupakan sistem yang dirancang untuk melakukan pemurnian minyak lubrikasi, pengisian dan pembuangan minyak lubrikasi. Sistem ini membutuhkan beberapa sistem penunjang untuk beroperasi yaitu pompa, strainer, filter dan pipa.



Gambar 3.5 : Sistem Lubrikasi Turbin⁹

2.5.3 Perhitungan Sistem Transmisi Fluida

Dalam perencanaan sistem penunjang turbin tidak terlepas dari mengkondisikan fluida untuk dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan dari sistem turbin. Perencanaan pompa, pipa, dan pemurnian akan dibahas pada sub bab ini.

⁹ Sumber: Solar Turbine Turbo Machinery Package Titan 130 AR Generator set, Solar Turbine San Diego.

A. Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa adalah kapasitas sebuah pompa untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain, Perhitungan kapasitas pompa lubrikasi dapat di hitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$Q = \frac{V}{T} \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana.

Q = Kapasitas pompa (m³/h)

V = Volume (m³)

t = Waktu (h)

Perhitungan pompa di hitung berdasarkan kebutuhan dari sistem yang membutuhkan transmisi fluida pada turbin seperti bahan bakar dan lubrikasi.

B. Perhitungan Pipa

Pipa merupakan sebuah benda yang digunakan untuk mengalirkan fluida, besarnya sebuah pipa akan mempengaruhi kapasitas dan kecepatan aliran dari sebuah sistem. Perhitungan diameter dalam pipa dirumuskan dengan menggunakan rumus dari kapasitas pompa yaitu.

$$Q = A \times v \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana.

Q = Kapasitas pompa (m³/s)

A = Luas penampang (m²)

v = Kecepatan (m/s)

C. Perhitungan Head

Head pada pompa merupakan energi persatuan berat yang harus disediakan untuk dapat mengalirkan sejumlah fluida cair yang direncanakan sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Perhitungan head pada pompa dapat dirumuskan dalam rumus sebagai berikut.

$$H = H_p + H_z +$$

$$H_v \dots \dots \dots (2.5)$$

dimana.

H = Head Total pompa

H_p = Head Tekanan

H_z = Head Statis

H_v = Head Kecepatan

a. Head Tekanan

Head Tekanan merupakan perbedaan tekanan antara sisi hisap dan sisi buang pada sebuah pompa yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\Delta H_p = h_{p2} - h_{p1} \dots \dots \dots (2.6)$$

dimana.

ΔHp = Head tekanan pompa

hp2 = tekanan sisi buang

hp1 = tekanan sisi hisap

b. Head Statis

Head Statis pada pompa merupakan perbedaan ketinggian sisi hisap dan sisi buang perumusan pada sebuah pompa yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\Delta Hz = z_2 - z_1 \dots \dots \dots (2.7)$$

dimana.

ΔHp = Head tekanan pompa

hp2 = tekanan sisi buang

hp1 = tekanan sisi hisap

c. Head Kecepatan

Head kecepatan adalah head yang tercipta akibat perbedaan kecepatan fluida antara sisi hisap dan sisi buang

$$\Delta Hz = z_2 - z_1 \dots \dots \dots (2.8)$$

dimana.

ΔHp = Head tekanan pompa

hp2 = tekanan sisi buang

hp1 = tekanan sisi hisap

2.6 Perhitungan LWT

LWT atau berat kosong adalah berat kapal pada kondisi dimana kapal tidak di bebaskan oleh muatan dan barang yang dikonsumsi (muatan berpindah). Perhitungan LWT menggunakan formula empiris yang digunakan untuk mengestimasi beban kapal, *superstructure* dan perlengkapannya. Maka LWT adalah beban kapal yang berupa berat struktur atau berat baja kapal, berat peralatan, dan berat permesinan. Perhitungan berat tersebut dapat dirumuskan dengan rumus seperti berikut ini.

2.6.1 Perhitungan Berat Super Structure

Berat Super Structure di hitung dengan menggunakan rumus Schneekluth's yang ada pada buku Ship Design and Efficiency. Dengan rumus seperti dibawah ini

$$Wst = (L \times B \times Da) \times Cs \dots \dots \dots (2.9)$$

$$Cs = Cso + 0,064e^{-(0,5u+0,1u^{2,45})} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$u = \log_{10} \frac{\Delta}{100} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana

Wst = Berat Super Structure

Cs = Koefisien Struktur

Cso = Koefisien Jenis Kapal

2.6.2 Perhitungan Berat Barges

Berat barges di hitung dengan menggunakan rumus Schneekluth's yang didapat pada buku Ship Design and Efficiency. Dengan rumus seperti dibawah ini

$$W_{Si} (Ton) = K \times E^{1,36} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$E = L (B + T) + 0.85 L (D - T) \dots\dots\dots(2.13)$$

dimana

K = Koefisien Faktor (0.035)

2.7 Perhitungan DWT

DWT adalah berat kapal yang telah direncanakan namun dapat berpindah atau sering disebut sebagai barang konsumsi. Komponen dari DWT adalah bahan bakar, minyak pelumas, awak kapal, air tawar, dan sebagainya. Beban ini diperhitungkan dengan cara memperhitungkan masing masing komponen beban dan dijumlahkan. Perumusan setiap beban dapat dilihat pada sub bab berikut ini.

2.7.1 Perhitungan Beban bahan bakar

Pada kapal *Floating Power Plant* ini berat bahan bakar merupakan objektif nomor satu dalam perencanaan, dikarenakan sistem diharapkan dapat bekerja selama 14 hari tanpa berhenti menggunakan bahan bakar yang ada didalam sistem *barges*, perhitungan beban bahan bakar dapat dirumuskan dengan rumus sebagai berikut.

$$TH_R = H_R \times T \times P \dots\dots\dots(2.1)$$

$$W_m = \frac{TH_R}{C_f} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana

TH_R	= Total Heat Rate	(kJ)
H_R	= Heat Rate	(kJ/kWe-hr)
T	= Waktu	(hr)
P	= Daya	(kWe)
W_m	= Massa bahan bakar	(kg)
C_f	= Calorific Value	(kJ/kg)

2.7.2 Perhitungan Beban Minyak Pelumas

Pada project guide Solar Turbine Titan 130 telah menunjukkan kebutuhan minyak pelumas yang dibutuhkan pada setiap turbin yang digunakan. Sistem minyak pelumas ini adalah sistem pelumas basah, atau dengan kata lain tanki *service* pada sistem ini berada di dalam sistem minyak pelumas. Maka total minyak pelumas merupakan kebutuhan minyak pelumas dikalikan dengan banyaknya turbin.

$$W_p = W_{pt} \times n \dots\dots\dots(2.14)$$

dimana

W_p = Beban total pelumas

W_{pt} = Beban pelumas setiap turbin

n = Turbin yang digunakan

2.7.3 Perhitungan Beban Awak Kapal dan *Provision*

Perhitungan Beban Awak Kapal merupakan berat dari *provision* dan *crew* yang digunakan selama operasional pelayaran, besarnya berat *provision* dipengaruhi oleh beberapa hal seperti diantaranya adalah total crew dan waktu kerja, sedangkan besarnya berat crew dipengaruhi oleh jumlah total *crew* dalam kapal tersebut, perhitungan berat *provision* dan *crew* dapat dilihat seperti pada persamaan dibawah ini.

$$W_{prov} = C_{prov} \times n \times T \dots\dots\dots(2.15)$$

$$W_{crew} = C_{crew} \times n \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana

W_{Prov} = Beban *Provision*

W_{Crew} = Beban Crew

C_{prov} = Koefisien *Provision*

C_{Crew} = Koefisien Crew

n = Banyaknya crew

T = waktu

2.7.4 Perhitungan Beban Air Tawar

Merupakan berat keseluruhan dari kebutuhan air tawar yang digunakan selama kapal beroperasi. Besarnya kebutuhan air tawar merupakan hasil perkalian dari kebutuhan air tawar berupa konsumsi atau sanitasi dikalikan dengan banyaknya crew yang ada, maka perumusan air tawar dapat dirumuskan sebagai berikut

$$W_w = (C_s + C_k) \times n \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana

W_w = Beban Air Tawar

C_s = Koefisien kebutuhan Sanitasi

C_k = Koefisien kebutuhan Konsumsi

n = Banyaknya crew

2.6 Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan suatu sistem untuk dapat merendat suatu gaya yang berasal dari luar, pada kapal stabilitas berarti kemampuan sebuah kapal untuk dapat kembali pada posisi semula. Stabilitas kapal dapat dibedakan menjadi dua yaitu stabilitas statis dan stabilitas dinamis, stabilitas statis adalah stabilitas yang ditinjau dari bagaimana kapal dapat meredam gaya yang bekerja dari sisi membujur dan melintang. Sedangkan stabilitas dinamis adalah stabilitas yang ditinjau dari kapal yang sedang mengalami *trim* atau *roll* akibat dari gaya yang berasal dari luar.

Maka faktor yang mempengaruhi stabilitas kapal dapat dibagi menjadi dua buah bagian yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor Internal merupakan faktor yang berasal dari sistem kapal itu sendiri seperti tata letak barang, tata letak muatan, bentuk dan ukuran utama kapal dan sebagainya. Faktor Eksternal merupakan faktor yang berasal dari luar sistem yaitu gelombang laut, udara, arus dan sebagainya.

Perhitungan stabilitas kapal menggunakan perhitungan matematis dengan rumusan berdasarkan Michael G Parson dalam bukunya Parametric Design.

2.6.1 Perhitungan Titik Apung

Titik apung adalah titik dimana fluida sekitar bereaksi terhadap beban kapal, perbedaan dari titik berat adalah titik apung akan berubah sesuai dengan luasan kapal yang tercelup dengan air. Titik apung akan berpindah mengikuti arah kemiringan kapal, untuk memberikan gaya ke atas agar kapal kembali tegak setelah mengalami kemiringan, perhitungan ini dipengaruhi oleh bentuk kapal dibawah air. Letak titik apung terhadap keel menurut Micahel G Parson dapat dirumuskan seperti.

$$\frac{KB}{T} = 0,9 - 0,3Cm - 0,1Cb \dots \dots \dots (2.18)$$

dimana

KB = Titik Apung terhadap Keel

T = Draft

Cm = Koefisien *midship*

Cb = Koefisien blok

2.6.1 Perhitungan *Metacenteric*

Metacenteric merupakan titik semu yang menjadi batasan dari titik berat. Jika titik berat melebihi titik metacenter dari kapal maka kemampuan kapal untuk kembali pada posisinya tidak dapat terjadi. Didefinisikan sebagai titik perpotongan antara garis tengah bidang melintang kapal dengan garis gaya apung pada saat

kapal miring. Maka rumusan titik metacenter menurut Micahel G Parson dapat dirumuskan seperti.

A. Metacentric transversal

Metacentric tranfersal adalah titik metacentric terhadap lebar melintang kapal yang dirumuskan menjadi.

$$GMt = KB + BMt - KG \dots\dots\dots(2.19)$$

$$BMt = It/\nabla \dots\dots\dots(2.20)$$

$$It = \frac{Ci}{LB^3} \dots\dots\dots(2.21)$$

$$Ci = 0,1216Cwp - 0,0410 \dots\dots\dots(2.22)$$

dimana

GMt = Tinggi Metacenter Transfersal

BMt = Radius Metacenter transfersal

It = *Inertia transfersal*

Ci = Coefisien Inersia

Cwp = Coefisien waterplan

B. Metacentric longitudinal

Metacentric longitudinal adalah titik metacentric terhadap panjang melintang kapal yang dirumuskan menjadi.

$$GML = KB + BML - KG \dots\dots\dots(2.23)$$

$$BML = Il/\nabla \dots\dots\dots(2.24)$$

$$Il = \frac{cil}{LB^3} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$Cil = 0,350Cwp^2 - 0,405Cwp + 0,146 \dots\dots\dots(2.26)$$

dimana;

GML = Tinggi Metacenter Longitudinal

BML = Radius Metacenter Longitudinal

Il = *Inertia longitudinal*

Ci = Coefisien Inersia

Cwp = Coefisien waterplan

2.6.2 Perhitungan Trim

Trim merupakan kemiringan kapal terhadap titik transfersal dari kapal.

Menurut Micahel G Parson perhitungan Trim dapat dirumuskan seperti.

$$trim = Ta - Tf = \frac{(LCG-LCB).L}{GML} \dots\dots\dots(2.27)$$

dimana

LCG = Titik Gravitasi Longitudinal

LCB = Titik Gravitasi Buoyancy

2.6.3 Perhitungan Lengan Penegak (GZ)

Nilai GZ sangat penting dalam menentukan stabilitas statis kapal, stabilitas statis erat hubungannya dengan perhitungan nilai GZ atau lengan penegak pada kapal. Kurva GZ menunjukkan hubungan antara lengan penegak pada berbagai variasi sudut kemiringan pada perubahan berat yang konstan. Rumusan pada sistem ini adalah.

$$GZ = GM \times \sin \theta \dots \dots \dots (2.28)$$

Rumus tersebut digunakan untuk sudut kurang dari 15° sedangkan untuk lebih dari 15° adalah

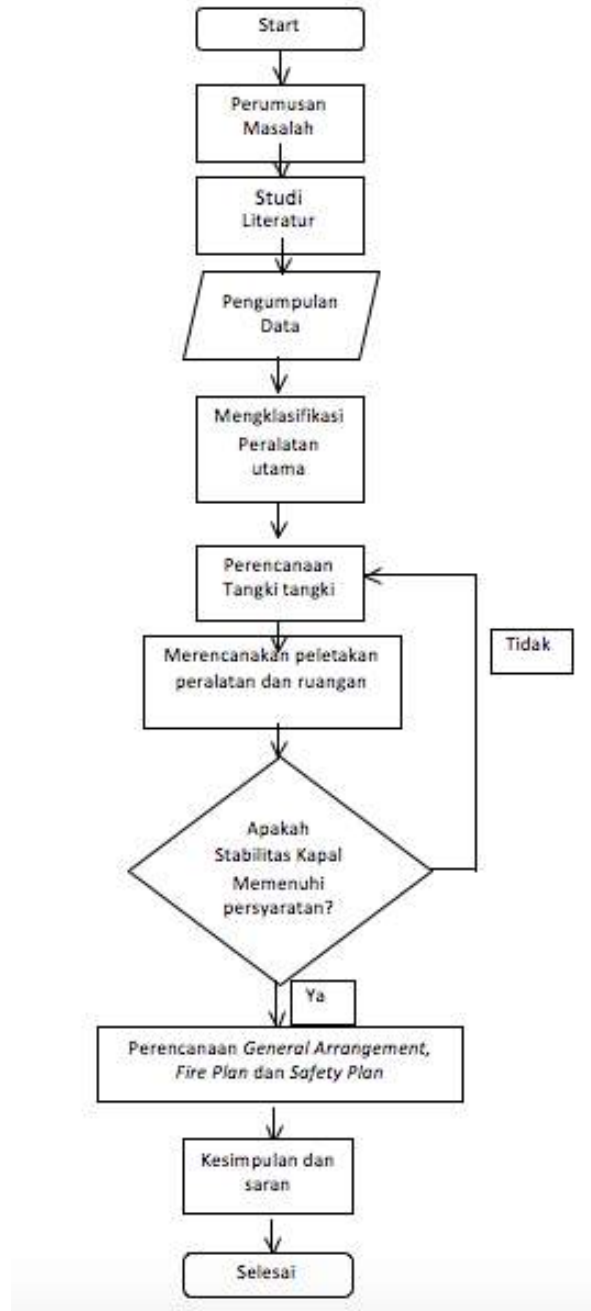
$$GZ = (GM - \frac{1}{2} \times BM \times \tan^2 \theta) \times \sin \theta \dots \dots \dots (2.29)$$

II.7 Rencana Penanggulangan kebakaran dan Keselamatan

Perencanaan penanggulangan kebakaran dan keselamatan atau yang sering disebut sebagai *Fire and Safety plan* merupakan perencanaan pencegahan ketika terjadinya kebakaran atau kejadian yang tidak di inginkan, hal ini diatur secara mandatory oleh SOLAS 2004

Dalam perencanaan tersebut, pertimbangan mengenai area bahaya, penempatan peralatan keselamatan, dan jalur evakuasi akan dilakukan sebagaimana dengan peraturan yang ada.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

Untuk dapat membuat laporan tugas akhir dan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dibutuhkan sebuah metodologi dan analisa yang telah di persiapkan, pada bab ini akan di jelaskan skema pengerjaan tugas akhir ini dimulai dari perhitungan kebutuhan bahan bakar, perencanaan ruang peralatan utama hingga seluruh perencanaan dapat terselesaikan dengan baik dan benar.

3.1 Deskripsi Metodologi

1. Perumusan Masalah

Dalam tahapan ini perencanaan terhadap tujuan utama pada tugas akhir ini dibentuk, dimulai dari dasar dasar pemikiran hingga menjadi permasalahan yang diangkat menjadi sebuah latar belakang, setelah mendapatkan sebuah latar belakang yang utuh, dibuatlah sebuah tujuan yang jelas untuk menyelesaikan permasalahan yang telah diangkat pada tugas akhir ini. Maka pada tahapan ini tujuan dari tugas akhir ini dapat dimengerti dan dikerjakan.

2. Tinjauan Pustaka

Setelah permasalahan telah di dapat, Tinjauan pustaka berperan sebagai jembatan antara permasalahan dengan teori yang ada. Dengan banyaknya bahasan dan topik yang ada, pemilihan dan pengkerucutan topik akan menghasilkan satu bahasan yang sistematis. Tinjauan pustaka dilakukan dengan membaca paper, jurnal, media dan buku literatur yang terkait dan dapat membantu Tugas akhir ini

3. Pengumpulan Data

Pada fase ini adalah fase dimana pengumpulan data yang digunakan untuk membuat *Conceptual Design* seperti *Project Guide* Mesin, klasifikasi, peraturan terkait, spesifikasi peralatan bantu, spesifikasi peralatan utama, data kapal pemanding, dan lain lain yang akan menjadi bahan untuk pengerjaan *Conceptual Design* ini

4. *Principal Dimension*

Setelah data data telah terkumpul proses selanjutnya adalah mengestimasi ukuran utama pada kapal. Dimulai dari perhitungan kebutuhan bahan bakar, sebagai acuan dari jumlah muatan utama. Perhitungan bahan bakar dimulai dari mendeskripsikan kebutuhan bahan bakar pembangkit listrik atau mesin pembangkit yang digunakan, pada tugas akhir ini pembangkit yang digunakan adalah Turbin gas, pada project guide solar turbin titan 130 perhitungan bahan bakar menggunakan heat rate pada engine lalu dirumuskan sebagai berikut.

$$TH_R = H_R \times T \times P$$

dimana

TH_R	= Total Heat Rate	(kJ)
H_R	= Heat Rate	(kJ/kWe-hr)
T	= Waktu	(hr)
P	= Daya	(kWe)

Dari rumus tersebut akan didapatkan total *heat* yang dibutuhkan oleh turbin, lalu hasil tersebut akan dikalikan dengan *calorific value* dari masing masing bahan bakar, disinilah terlihat perbedaan dari gas turbin yang dapat menggunakan bahan bakar yang berbeda. Setelah dikalikan dengan calorific value maka kebutuhan bahan bakar telah didapat, proses tersebut digunakan untuk mengestimasi panjang kapal.

Proses pencarian lebar kapal dilakukan dengan menata ruangan yang dibutuhkan terhadap peralatan utama kapal, peralatan utama kapal di susun untuk mendapatkan hasil rancangan yang efisien, setelah semua telah terancang maka didapatkan kebutuhan lebar kapal yang efisien.

Dua proses sebelumnya adalah proses pencarian dimensi minimal dari sebuah rancangan, setelah dimensi minimal diketahui maka penambahan pertimbangan berdasarkan rules dan dilakukan hingga mendapatkan dimensi utama yang paling efisien dari beberapa iterasi yang dilakukan.

5. *Rencana Umum*

Setelah semua peralatan utama dan kebutuhan ruang muatan telah terpenuhi maka general arrangement dapat di gambarkan, general arrangement digambarkan untuk mengetahui setiap peletakan peralatan, ruang akomodasi, ruang tanki, dan sebagainya. hal tersebut hanya dapat bisa dikerjakan ketika seluruh perhitungan dan perencanaan pada kapal telah terselesaikan, terdapat berbagai opsi penempatan yang dapat dilakukan, hal ini telah dipertimbangkan dengan menggunakan pertimbangan kemudahan awak dalam bekerja di atas kapal, pada akhir pengerjaannya hasil dari rencana umum adalah gambar dari kapal yang di design.

6. Stabilitas

Perhitungan stabilitas diperlukan untuk mengetahui karakteristik dari kapal tersebut, perhitungan stabilitas di hitung menggunakan perhitungan pendekatan matematis secara manual dengan cara menghitung titik berat dari setiap peralatan lalu dibandingkan dengan kondisi kapal pada sarat kosong dan sarat penuh, hasil dari perhitungan ini yang akan menentukan bahwa kapal layak atau tidak, pada proses ini akan dilakukan iterasi berulang kali untuk menghasilkan hasil yang maksimal sebelum melanjutkan ke pengerjaan berikutnya

7. Rencana Penanggulangan Kebakaran dan Keselamatan

Setelah seluruh pengerjaan general arrangement dan stabilitas telah memenuhi, maka perencanaan keselamatan pada kapal akan dilakukan dengan mempertimbangan area bahaya dan jalur evakuasi yang akan di lalui oleh setiap awak kapal ketika dalam kondisi bahaya.

8. Kesimpulan dan Saran

Tahapan akhir pada tugas akhir ini akan ditarik sebuah kesimpulan dari keseluruhan kegiatan yang dilakukan selama mengerjakan tugas akhir ini. Kesimpulan adalah representasi dari sebuah tujuan yang akan menjawab permasalahan permasalahan yang telah di bahas pada latar belakang,

Saran akan dituliskan sebagai acuan dalam pengembangan tugas akhir ini dan sebagai solusi pada permasalahan yang sebidang.

BAB IV ANALISIS

Pada BAB ini penjelasan mengenai proses pengerjaan *Conceptual Design Floating Power Plant* 60MW Dengan Pembangkit Turbin Gas akan di jelaskan, Hal hal mengenai hasil perhitungan, deskripsi, produk yang di pilih, tipe yang akan digunakan akan berada pada bab ini, sedangkan mengenai detail perhitungan akan dijelaskan dalam lampiran

4.1 Permintaan Owner

Dasaran design dari *Conceptual Design Floating Power Plant* ini berdasarkan permintaan spesifikasi dari pemilik kapal yaitu:

1. Kapal dapat beroperasi dalam 2 sistem bahan bakar yaitu Natural Gas dan Diesel Fuel (solar)
2. Disediakan tangki diesel fuel dalam kapal yang dapat mengakomodasi kebutuhan kerja turbin selama 14 hari
3. Disediakan Crane untuk memenuhi kebutuhan maintenance dari seluruh turbin
4. Disediakan ruang untuk akomodasi Forklift
5. Disediakan ruang akomodasi untuk 15 awak kapal
6. Merencanakan seluruh sistem dengan mempertimbangkan equipment yang telah tersedia pada Tabel 4.1 dan 4.2:

Tabel 4.1 : Daftar Equipment Tersedia

No	Peralatan	Jumlah	Dimensi		
			P	L	T
1	Gas Turbine Generator Package	5	14500	2459	5800
2	Turbine Exhaust System	5	OD 2000		1204
3	Lube Oil Cooler	5	3400	2590	3500
4	CO2 System	5	2032	638	2181
5	Gas Metering	1	3015	2413	2591
6	Fuel Treatment	2	4700	1200	1195
7	Fuel Gas Pressure Reduced Facility	1	6500	2100	1800
8	Booster Compressor	2	7620	2400	2400
9	Main Trafo A	1	5400	4990	4530
10	Main Trafo B	1	6560	4700	6850
11	AUX Trafo	2	2900	2100	2170
12	Instrument Air Package	2	1255	900	1500

Tabel 4.2 : Lanjutan Daftar Equipment Tersedia

No	Peralatan	Jumlah	Dimensi		
			P	L	T
13	Neutral Grounding Resistant Trafo	4	800	1210	900
14	Emergency Diesel Generator	1	4485	1750	2168
17	11KV Switchgear Bus Collecting A	1	3725	1300	2300
18	11KV Switchgear Bus Collecting B	1	4325	1300	2300
19	400V Switch Gear	1	6400	800	2200
20	Emergency Switch Gear	1	4600	800	2200
21	Gas Turbine VSD Panel	5	700	500	2230
28	Process Control Panel & Marshalling	1	1200	800	2200
29	ESD & FG Panel & Marshalling	1	1200	800	2200
30	Gas Turbine Battery Bank & Rack	5	892	762	800
31	UPS Battery Rack	2	3600	700	1200
32	Paga Panel / TELECOM	1	600	600	2200
33	Fire Panel	1	400	300	600
34	Computer For Controlling and work	4	PC 29 "		
35	Pump Distribution Panel	1	600	300	1200
36	Emergency Pump Distribution Panel	1	600	300	1200

Dari kebutuhan tersebut menjadi dasar dalam perancangan *Conceptual Design Floating Power Plant 60 MW* dengan Gas Turbin.

4.2 Sistem penunjang turbin

Solar Turbin Titan 130 Generator set merupakan turbin mandiri yang memiliki seluruh sistem penunjang yang di butuhkannya untuk dapat beroperasi pada kondisi dan limit tertentu, untuk dapat beroperasi dengan spesifikasi yang dibutuhkan pada kapal pembangkit ini, maka diperlukan sistem penunjang tambahan agar sistem pada turbin ini dapat bekerja dengan baik, sistem penunjang seperti sistem bahan bakar, sistem minyak lubrikasi sebenarnya telah terdapat pada sistem ini namun sistem yang

terikat memiliki limitasi berupa jarak tangki, kemurnian bahan bakar dan lain lain. Pada bab ini akan dibahas mengenai perhitungan dan perencanaan Sistem penunjang turbin

4.2.1 Sistem Lubrikasi

Minyak pelumas merupakan minyak yang digunakan untuk mengurangi gesekan terhadap setiap bagian yang bergerak pada turbin, selain fungsi tersebut minyak pelumas dapat digunakan sebagai fluida pendingin pada poros turbin, dan sebagai pencegah korosi. Sistem lubrikasi memiliki dua macam sistem yaitu sistem basah dan sistem kering, sistem basah merupakan sistem pelumasan yang memiliki tangki penyimpanan minyak pelumas berada di tempat yang berbeda, sedangkan pada sistem kering tangki minyak pelumas menjadi satu terhadap turbin.

Pada desain kali ini sistem lubrikasi yang akan di desain berupa sistem sirkulasi lubrikasi, sistem sirkulasi lubrikasi merupakan sistem yang di rencanakan untuk membersihkan minyak lubrikasi yang berada pada tanki turbin secara bertahap. Untuk sistem lubrikasi pada internal turbin akan dilakukan penggambaran sesuai ketentuan project guide.

Berikut ini adalah spesifikasi peralatan penunjang dalam sistem lubrikasi

4.2.1.1 Pompa Sirkulasi

Pompa sirkulasi digunakan untuk mengeluarkan oli yang berada pada tangki penyimpanan minyak pelumas internal turbin. Sistem ini dibagi menjadi dua buah *cluster* yaitu *cluster* 1 dan 2, *Cluster* 1 direncanakan untuk melayani tiga buah turbin untuk disirkulasi dan *cluster* dua melayani dua buah turbin.

Selain digunakan untuk sirkulasi, pompa ini digunakan untuk melakukan draining pada tangki sistem pelumasan turbin yang memiliki kapasitas tangki 3407 liter, sistem ini bertujuan untuk mengeluarkan keseluruhan minyak pelumas yang berada di tangki turbin tersebut dan menggantinya dengan minyak pelumas yang baru.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut digunakanlah pompa sesuai dengan perhitungan dibawah ini berikut ini.

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{3.407}{1}$$

$$Q = 3.407 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pada design kali ini ketinggian pada sisi hisap dan buang memiliki perbedaan sebesar 1 m lebih rendah di sisi buang, dengan begitu head statis pada sistem ini adalah 1 m, sedangkan pada head velocity dan head preasure sama dengan nol dikarenakan tidak ada perbedaan antara sisi hisap dengan sisi buang. Detail perhitungan pada head suction dan head discharge pada sistem ini akan dilampirkan pada lampiran 3 mengenai Sistem Lubrikasi.

Setelah menghitung segala aspek pada pemilihan pompa maka spesifikasi pompa sirkulasi terpilih dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Spesifikasi Pompa Sirkulasi

Type	Pompa Gear	Pompa Sirkulasi
Model	MATZ 15	
Dimensi		Satuan
Tinggi	140	mm
Lebar	348	mm
Panjang	108	mm
Berat	150	kg
Spesifikasi		
Kapasitas	5	m^3/hr
Daya	3.7	kW
RPM	750	RPM
Kebutuhan		
Pompa yang dibutuhkan	2	Unit
Daya yang dibutuhkan	37.8	kW

Kapasitas Pompa *Cluster* 1 dan 2 memiliki kapasitas yang sama, dikarenakan sistem direncanakan untuk mensirkulasi sistem secara berkala.

4.2.1.2 Pompa Transfer

Pompa transfer digunakan untuk memindahkan minyak pelumas dari sistem pemurnian untuk dikembalikan ke dalam tangki turbin. Sistem ini dibagi menjadi dua buah cluster yaitu cluster 1 dan 2, Cluster 1 direncanakan untuk melayani tiga buah turbin dan cluster dua melayani dua buah turbin. Pompa ini memiliki kapasitas yang dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini.

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{3.407}{1}$$

$$Q = 3.407 \text{ m}^3/h$$

Pada design kali ini ketinggian pada sisi hisap dan buang memiliki perbedaan sebesar 1 m lebih rendah di sisi hisap, dengan begitu head statis pada sistem ini adalah 1 m, sedangkan pada head velocity dan head preasure sama dengan nol dikarenakan tidak ada perbedaan antara sisi hisap dengan sisi buang. Detail perhitungan pada head suction dan head discharge pada sistem ini akan dilampirkan pada lampiran 3 mengenai Sistem Lubrikasi. Setelah

telah menghitung segala aspek pada pemilihan pompa maka pompa sirkulasi terpelih dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Spesifikasi Pompa Transfer

Type	Pompa Gear	Pompa Sirkulasi
Model	MATZ 15	
Dimensi		Satuan
Tinggi	140	mm
Lebar	348	mm
Panjang	108	mm
Berat	150	kg
Spesifikasi		
Kapasitas	5	m^3/hr
Daya	3.7	kW
RPM	750	RPM
Kebutuhan		
Pompa yang dibutuhkan	2	Unit
Daya yang dibutuhkan	37.8	kW

4.2.1.3 Pompa lubrikasi utama

Pompa lubrikasi utama turbin ini merupakan pompa yang di kopel dengan *gearbox*, pompa ini akan mengalirkan 1200 lpm dengan tekanan 6.07 bar. Pompa ini akan digunakan saat turbin sedang beroperasi secara nomal sebelum turbine berjalan normal maka untuk pelumasannya turbin ini akan menggunakan pompa lain yaitu

4.2.1.4 Pompa Sebelum/Sesudah lubrikasi

Pompa ini digunakan untuk melubrikasi sebelum turbin dapat bekerja secara normal, pompa ini dimotori dengan motor listrik AC dengan daya 5.6 kW. Selain sebagai pompa lubrikasi sebelum/sesudah sistem ini juga digunakan ketika sistem pompa utama terjadi kegagalan.

4.2.1.5 Pompa Lubrikasi emergency

Ketika sisem lubrikasi utama dan sistem dengan motor ac mengalami kegagalan, terdapat pompa emergency untuk digunakan selama

proses kegagalan tersebut, pompa ini dimotori dengan motor dc dengan kapasitas 1.11 kW

4.2.1.6 Sistem pemurnian

Sistem pemurnian digunakan untuk memisahkan minyak pelumas dengan berbagai fluida ataupun partikel lainnya, sistem ini bertujuan untuk meningkatkan daya guna minyak pelumas dan mengurangi waktu perawatan dikarenakan penggunaan minyak pelumas yang cukup bersih. Sistem pemurnian menggunakan separator dengan spesifikasi pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Spesifikasi Separator

Sistem Pemurnian	<i>Oil Cleaning Module</i>	Oil Purification
Model	Alvalaval OCM 305	
Dimensi		Satuan
Tinggi	1750	mm
Lebar	1000	mm
Panjang	2000	mm
Berat	720	kg
Spesifikasi		
Kapasitas	4000	l/hr
Daya	40.2	kW
Kebutuhan design		
Kebutuhan	2	Unit
Kebutuhan daya	80.4	kW

4.2.1.7 Pendingin Minyak pelumas

Pada project guide Solar Turbin Titan 130 sistem lubrikasi ini di dinginkan menggunakan udara, dengan kapasitas 909 lpm. Pendingin ini dapat bekerja dengan maksimal pada suhu lingkungan sebesar 43°C dengan keluaran maksimal 66°C. Spesifikasi sistem pendingin turbin ini diurai pada tabel berikut ini

Tabel 4.6 Spesifikasi Pendingin minyak pelumas

Tipe	<i>Air Cooling</i>	<i>Lubricating Oil Cooler</i>
Model	<i>Solar Turbine Lubricating Cooler</i>	
Dimensi		Satuan
Tinggi	3500	mm

Lebar	2590	mm
Panjang	3400	mm
Berat	4126	kg

4.2.1.8 Tangki utama minyak lubrikasi

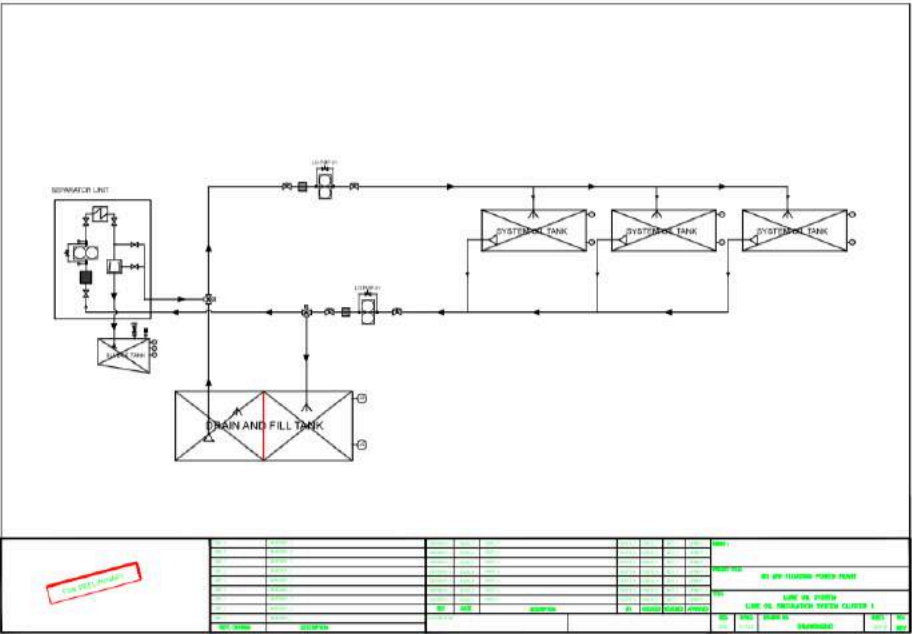
Tangki utama didesain untuk menampung sebesar jumlah banyaknya minyak lubrikasi di setiap engine hal ini berguna untuk melakukan drain dan pengisian terhadap setiap tangki lubrikasi.

4.2.1.9 Penggambaran sistem lubrikasi

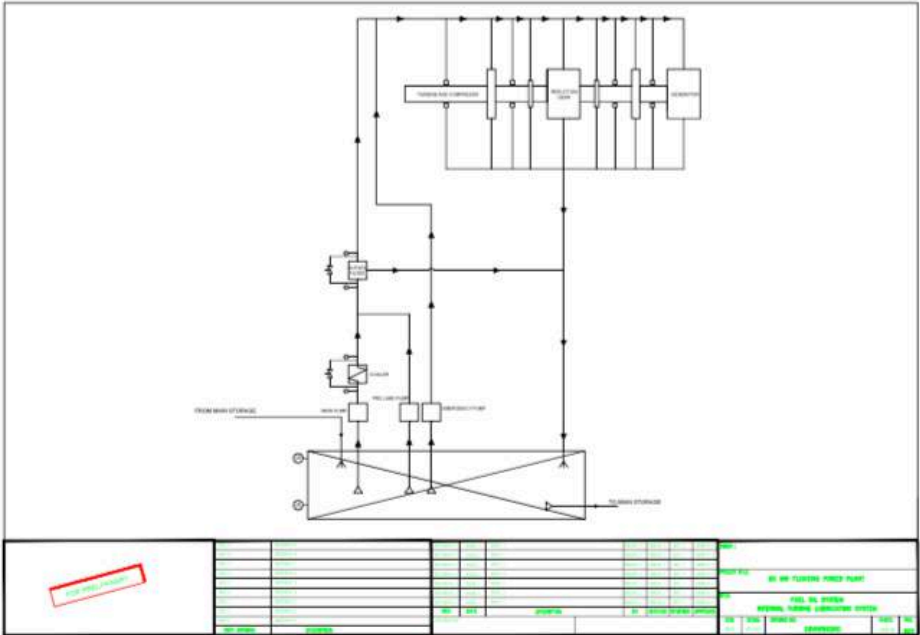
Sistem lubrikasi ini bermula dari Tangki lubrikasi utama yang akan dipompa menuju ke setiap tangki minyak pelumas turbin, setelah berada pada tanki pelumas turbin minyak pelumas akan di kondisikan menggunakan pemanas untuk mendapatkan temperatur dan kekentalan yang dibutuhkan oleh turbin. Setelah selesai melumasi sistem, minyak pelumas akan kembali ke tangki minyak pelumas turbin.

Sistem lubrikasi yang berada dalam turbin memiliki tiga buah pompa yang masing masing masing memiliki fungsi yang berbeda, pompa utama berfungsi sebagai pompa lubrikasi setelah turbin mencapai beban tertentu dikarenakan pompa terkapel dengan *reduction gear*, pompa sebelum/sesudah lubrikasi berguna untuk melakukan lubrikasi sebelum atau sesudah turbin digunakan pada beban kerjanya disini pompa ini bekerja menggunakan motor listrik AC, untuk pompa ketiga adalah pompa emergency pompa ini disupply dengan daya DC dengan kapasitas 1.11kW yang berguna sebagai cadangan ketika kedua sistem gagal

Sistem lubrikasi pada desain ini dibagi menjadi dua buah bagian yaitu sistem sirkulasi dan sistem lubrikasi, sistem lubrikasi dapat dilihat pada gambar dan sistem sirkulasi dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 Sistem Lubrikasi Cluster 1



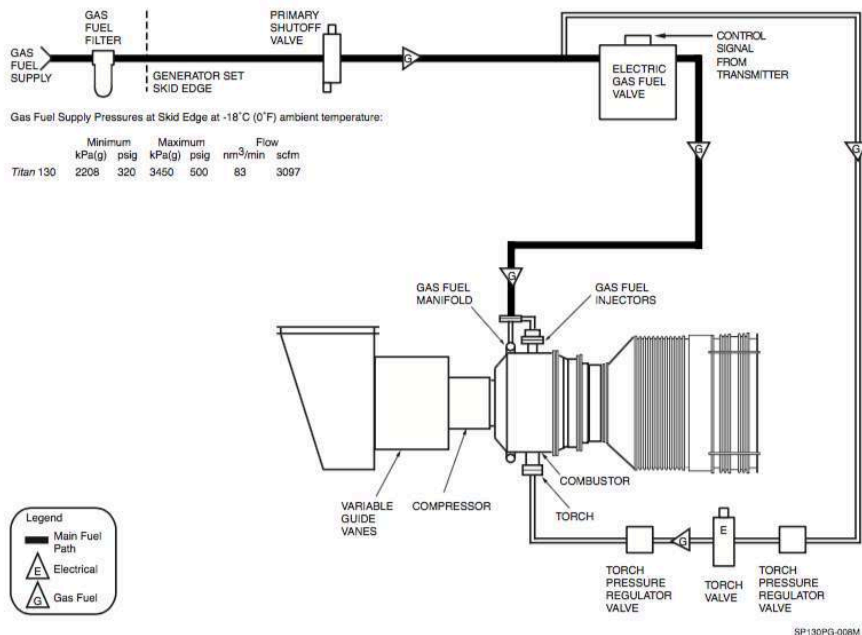
Gambar 4.2 Sistem Lubrikasi Internal Turbin

4.2.2 Perencanaan Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar pada Solar Turbomach Titan 130 *Generator set* memiliki sistem internal tersendiri, dalam project guide yang ada turbin ini dapat menggunakan 2 jenis bahan bakar yaitu bahan bakar cair yaitu HSD atau *high speed diesel fuel* yang biasa dikenal di Indonesia sebagai solar, dan Natural gas.

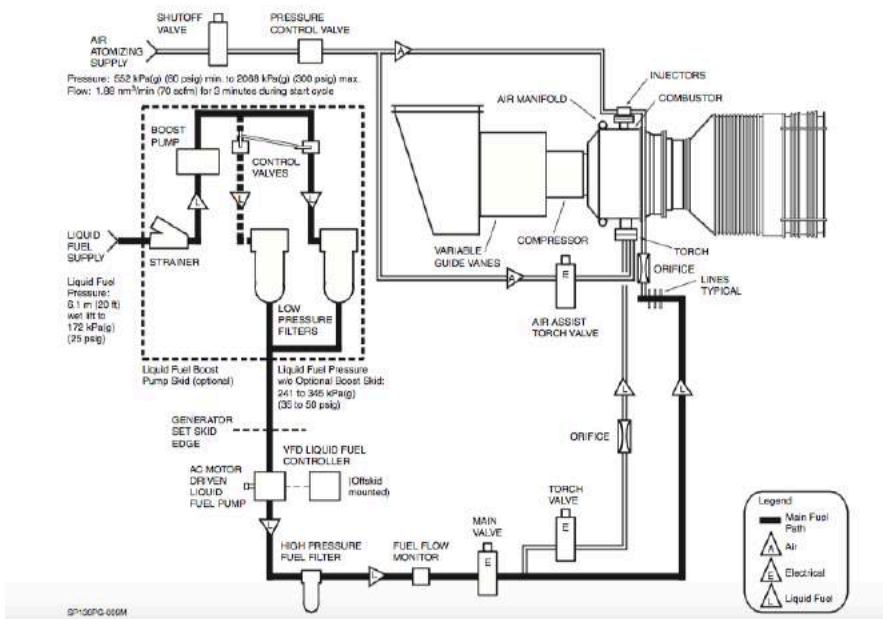
Pada kapal ini sistem natural gas di bangun hanya untuk masuknya natural gas kedalam engine, jadi jika sistem ini akan menggunakan natural gas maka akan ada mini FSRU yang akan mendampingi kapal ini selama sistem ini menggunakan bahan bakar natural gas, natural gas yang masuk akan di alirkan ke gas metering facility pada fasilitas ini gas yang masuk akan dihitung lalu di alirkan ke sistem selanjutnya yaitu Booster compresor, fasilitas ini memastikan tekanan pada natural gas akan tetap konstan pada tekanan kerjanya, tekanan kerja dari turbin ini jika menggunakan gas adalah 2208 kPa.

Bahan bakar utama pada floating power plant ini adalah solar atau HSD, Sistem bahan bakar Solar di desain mulai dari tangki, pompa pompa, alat pemurnian bahan bakar, strainer dan sebagainya. Tanki dipersiapkan untuk dapat menyuplai bahan bakar selama 14 hari kerja ditambah dengan waktu pengisian yang di estimasi selama satu hari. Total dari kebutuhan bahan bakar kurang lebih menjadi 7.000.000 liter atau setara dengan 7.000 Ton.



Gambar 4.3 : sistem bahan bakar turbin Natural Gas¹⁰

Pompa transfer bahan bakar dipersiapkan untuk dapat memindahkan bahan bakar dari tanki ke sistem pemurnian atau fuel treatment, fuel treatment memiliki kapasitas kerja maksimal 15 m³/hr sistem ini bekerja untuk mendapatkan bahan bakar yang rendah sodium dan vanadium dengan cara pencucian bahan bakar, konsep yang digunakan dari fuel treatment ini adalah seperti purifikasi yaitu dengan cara mendestilasi dan memisahkan bahan bakar dengan partikel partikel seperti sodium dan vanadium, setelah bahan bakar telah di treatment bahan bakar lalu di alirkan ke engine melalui booster pump, booster pump berguna untuk menjamin bahan bakar yang masuk ke setiap turbin tidak kurang dari tekanan minimum yaitu 4500kPa atau setara dengan 45 bar di setiap enginennya. Setelah masuk ke turbin, bahan bakar akan dicampur dengan udara proses ini dinamakan dengan atomizer, setelah pencampuran maka bahan bakar akan masuk kedalam combustion chamber untuk dibakar.

Gambar 4.4 : Skema bahan bakar HSD¹¹

¹⁰ Sumber:(Project Guide Solar Turbin Titan Mach 130)

¹¹ Sumber(Project Guide Titan

Untuk mendapatkan detil dari sistem bahan bakar maka sistem bahan bakar akan di urai sebagai berikut

4.2.2.1 Perhitungan Kebutuhan Bahan bakar

Kebutuhan bahan bakar dari turbin perlu diperhitungkan karena perhitungan ini akan digunakan sebagai acuan untuk mendesain kebutuhan tanki bahan bakar yang ada. Dalam project guide Solar Titan turbomach 130 turbin ini dapat menggunakan 2 buah jenis bahan bakar yaitu diesel oil dan natural gas, pada sistem natural gas kapal ini didesain untuk menerima gas yang telah siap digunakan dari mini FSRU (Floating Storage Regasification Unit) jadi storage terhadap natural gas tidak diperhitungkan, sistem yang di persiapkan untuk natural gas berupa gas metering, Booster Pump dan filter sedangkan sistem penunjang bahan bakar natural gas dari engine sendiri terdapat Shutoff valve, electric gas fuel valve, torch preasure regulator, dan torch valve.

Pada kapal ini storage dipersiapkan untuk menampung bahan bakar diesel oil, maka dari itu kapal ini memiliki sistem treatment bahan bakar diesel yang menjadi syarat wajib sebelum digunakan di turbin, sistem yang digunakan untuk memastikan pasokan bahan bakar akan konstan dan bersih dari residu adalah *fuel suplai pump, fuel treatment, dan strainer*.

Kapal ini memiliki lima buah turbin dengan kapasitas masing masing turbin sebesar 15 MW dalam penggunaannya sistem ini direncanakan digunakan continue dengan load sebesar 80% atau 12,5 MW disetiap turbinnya maka perhitungan dapat dimulai. Dalam perhitungan kebutuhan bahan bakar, project guide Solar Titan Turbomach 130 generator set menjelaskan heat rate yang dibutuhkan turbine untuk menghasilkan setiap kWnya adalah 10.230 kJ/kWe-hr dengan demikian setiap 1 kW engine membutuhkan 10.230 kJ disetiap jam. Maka perumusan untuk mendapatkan panas yang dibutuhkan untuk pengoperasian 12.5 MW turbin selama 14 hari adalah:

$$TH_R = H_R \times T \times P$$

dimana

TH_R	= Total Heat Rate	(kJ)
H_R	= Heat Rate	(kJ/kWe-hr)
T	= Waktu	(hr)
P	= Daya	(kWe)

Dari rumus tersebut didapatkan angka 42.966 GJ untuk membangkitkan listrik 12.5 MW selama 14 hari. Dari kebutuhan panas tersebut lalu dibagi dengan kemampuan bahan bakar untuk menghasilkan energi di setiap gramnya atau caloric values dengan melihat tabel di bawah ini

Tabel 4. 7 : Calorific Value

Product	Calorific Value	Convert
HSD	10350 kcal/kg	43304 kJ/kg
Natural Gas	9000 kcal/m ³	37656 kJ/ m ³

Dari Tabel IV. 6 dapat diperhitungkan kebutuhan bahan bakar turbine pada saat penggunaan bahan bakar HSD maupun Natural gas yang telah rangkum dalam tabel berikut

Tabel 4. 8 : Tabel Kebutuhan 100% Load

Item\Jenis	HSD	LNG
Kebutuhan bahan bakar	1.190.622,7 Kg	1.369.216,1 m ³
Kebutuhan bahan bakar 5 turbine	5.953.113 Kg	6.846.080 m ³

Tabel 4. 9 : Tabel Kebutuhan 80% Load

Item\Jenis	HSD	LNG
Kebutuhan bahan bakar	992.185,6 Kg	1.141.013,4 m ³
Kebutuhan bahan bakar 5 turbine	4.096.928 Kg	5.705.067 m ³

4.2.2.2 Perencanaan Tanki Bahan bakar

Pada desain ini kapal di desain memiliki penampungan bahan bakar untuk menampung bahan bakar minyak HSD minimal sebanyak dengan kebutuhannya selama 14 hari, dari data kebutuhan ruang pada 4.2 kapal diperkirakan memiliki lebar 30 m dengan panjang 90 m sesuai dengan aturan BKI tinggi kapal tidak boleh kurang dari L/18 untuk menjamin kekuatan konstruksinya maka jika mengikuti rules tersebut diperkirakan tinggi dari kapal tidak kurang dari 5m.

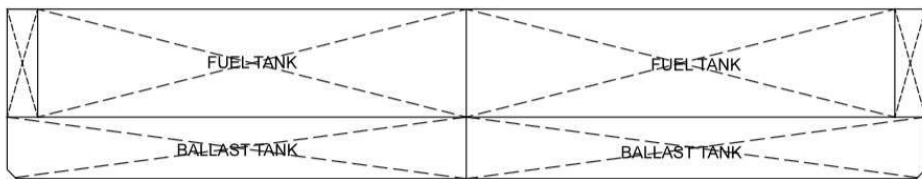
Perencanaan tanki bahan bakar minimal sebesar kebutuhannya selama 14 hari, namun terdapat beberapa faktor lain yang perlu diperhatikan yaitu lamanya pengisian bahan bakar dan bahan bakar yang tidak bisa dihisap sebanyak 5% dari total muatan maka dari itu formula perhitungan tanki akan menjadi seperti ini.

Tabel 4. 10 : Tabel kebutuhan Tanki bahan bakar

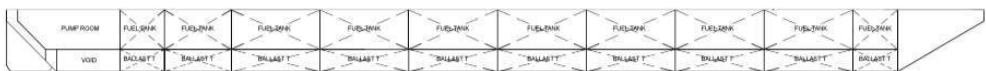
Item	HSD	Satuan
------	-----	--------

Kebutuhan bahan bakar 14 hari 5 turbin	4.960.928	kg
Kebutuhan bahan bakar 14 hari 5 turbin + 1 hari pengisian	5.315.280	kg
Kebutuhan bahan bakar 15 hari + 5% yang tidak dapat terhisap	5.581.044	kg
Kebutuhan volume tanki	6.806	m ³

Ukuran utama kapal ditaksir 90 m x 30 m x 5.5 m dengan tinggi double bottom sebesar 2 m dan wing tank sebesar 1 m di setiap sisinya. Maka panjang tanki bahan bakar efektif yaitu 69.4 m



Gambar 4.5 : Tanki Bahan bakar



Gambar 4.6 : Tanki Bahan bakar

4.2.2.3 Transfer Pump

Transfer pump digunakan untuk memindahkan bahan bakar dari tanki penyimpanan ke tanki service, kapasitas dari pompa transfer di desain guna untuk mengisi tanki service sebesar 121.5 m³ selama 10 jam

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{121.5}{10}$$

$$Q = 12.15 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tabel 4.11 akan memperlihatkan spesifikasi dari pompa transfer yang dipilih

Tabel 4.11: Spesifikasi pompa transfer

Transfer Pump Type	Gear Pump	
Model	MATZ 20	
	Dimension	Measurement Unit
Height	140	mm
Length	368	mm
Width	128	mm
Weight	75	kg
	Specification	
Capacities	15	m^3/hr
Power	3.7	kW
RPM	750	RPM
	Installation Design	
No. of Pump Required	2	Unit
Power Required	7.4	kW

4.2.2.4 Pompa Suplai Bahan Bakar

Pompa Suplai Bahan bakar digunakan untuk memindahkan fluida minyak bakar dari tangki servis ke setiap turbin. Sistem bahan bakar ini dibagi menjadi dua buah cluster untuk mencegah terjadinya *down* turbin secara bersamaan maka perhitungan pada kapasitas pompa *cluster* 1 dan 2 seperti berikut

Cluster 1

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{7.29}{1}$$

$$Q = 7.29 \text{ m}^3/h$$

Cluster 2

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{4.86}{1}$$

$$Q = 4.86 \text{ m}^3/h$$

Tabel 4.12 : Spesifikasi pompa Suplai Cluster 1

Transfer Pump Type	Gear Pump C1
Model	MATZ 15

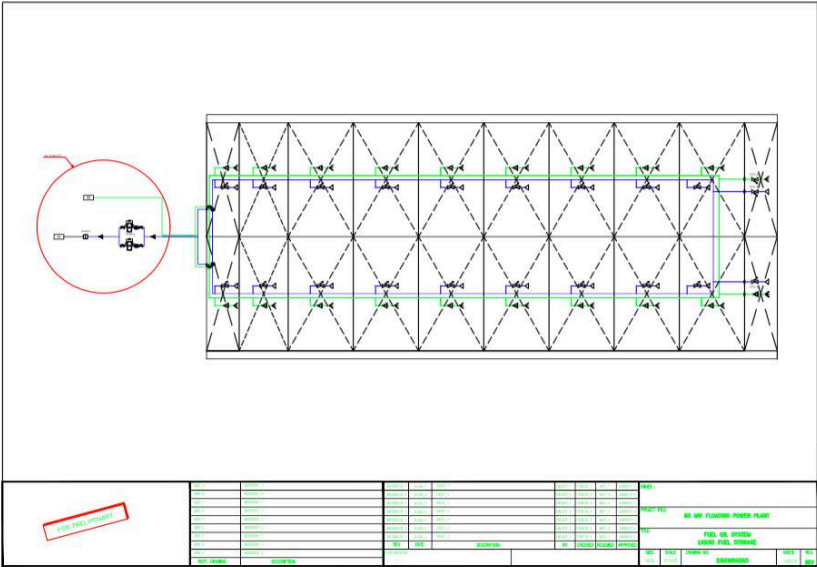
Dimension		Measurement Unit
Height	140	mm
Length	348	mm
Width	108	mm
Weight	60	kg
Specification		
Capacities	5	m^3/hr
Power	3.7	kW
RPM	750	RPM
Installation Design		
No. of Pump Required	2	Unit
Power Required	7.4	kW

Tabel 4.13 : Spesifikasi Pompa Suplai Cluster 2

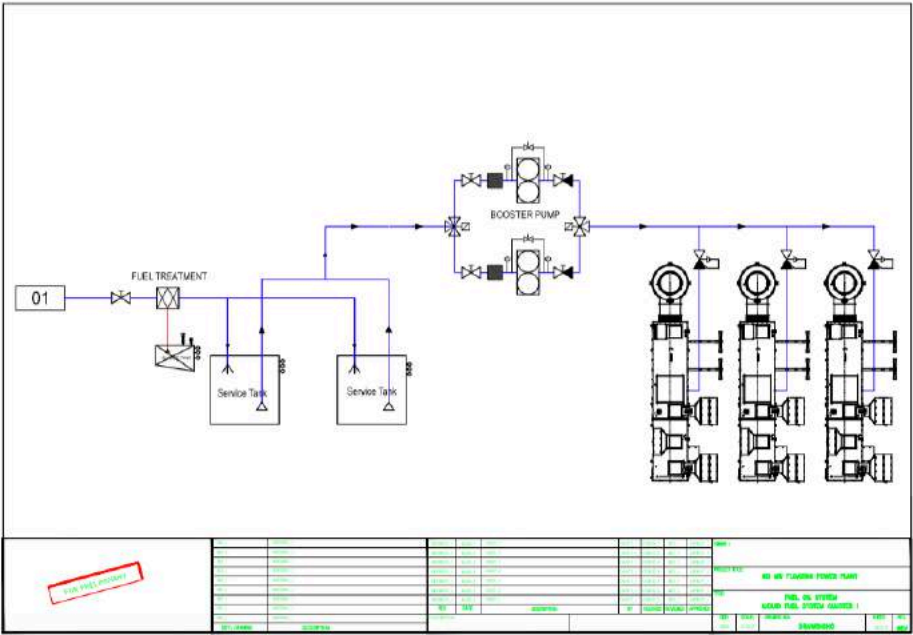
Transfer Pump Type	Gear Pump C2	
Model	MATZ 15S	
Dimension		Measurement Unit
Height	140	mm
Length	348	mm
Width	108	mm
Weight	60	kg
Specification		
Capacities	10	m^3/hr
Power	3.7	kW
RPM	750	RPM
Installation Design		
No. of Pump Required	2	Unit
Power Required	7.4	kW

4.2.2.5 Penggambaran Sistem

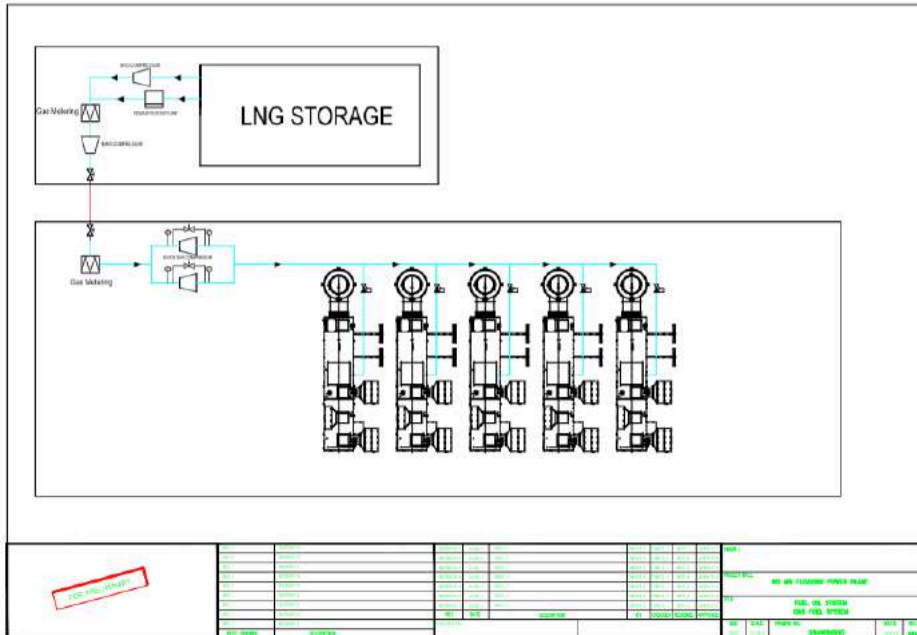
Dari data tersebut penggambaran sistem bahan bakar akan di jelaskan dengan empat buah gambar, gambar pertama akan menjelaskan sistem tanki bahan bakar, gambar kedua akan menggambarkan dari service ke turbine, gambar ketiga akan menjelaskan skema bahan bakar gas, dan gambar terakhir akan menjelaskan sistem bahan bakar internal turbin



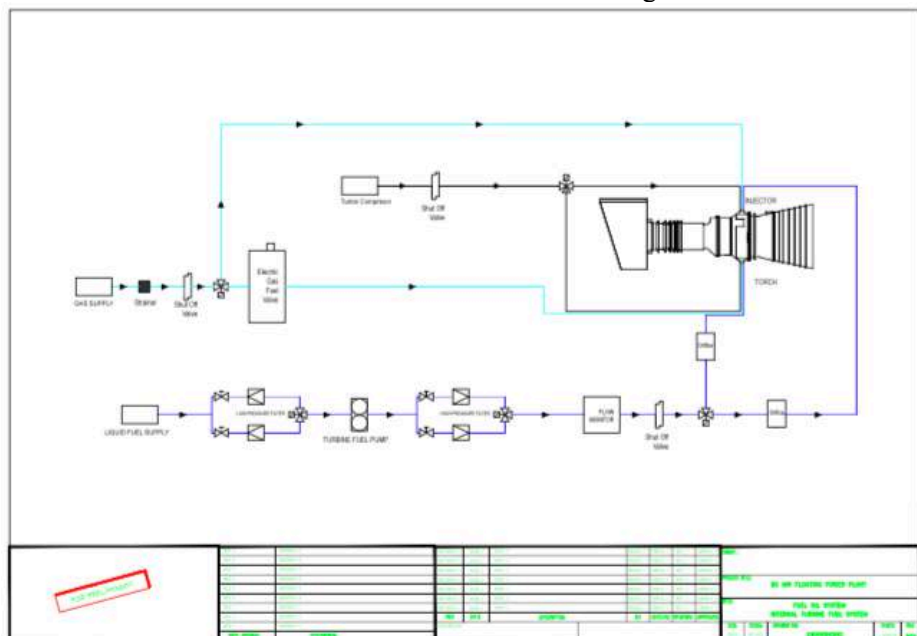
Gambar 4.7 : sistem tranfer pump



Gambar 4.8 : sistem bahan bakar liquid Cluster 1



Gambar 4.9 : sistem bahan bakar gas



Gambar 4.10 : sistem bahan bakar Internal Turbin

4.3 Perencanaan ruang

Pertimbangan perancangan ruang merupakan satu tahap dari perancangan fasilitas yang bertujuan untuk mengembangkan suatu

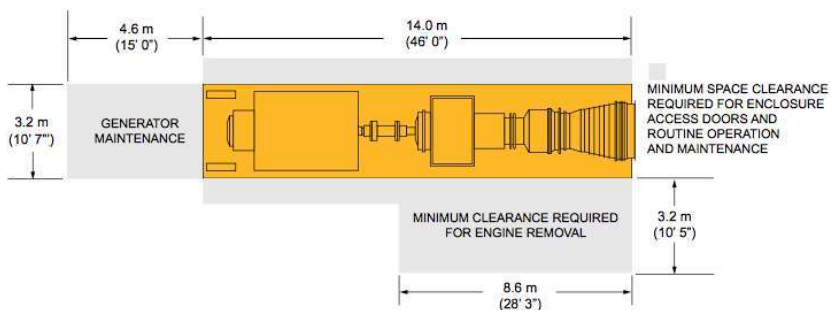
sistem yang efisien dan efektif sehingga dapat tercapainya suatu proses kerja yang ekonomis. Perencanaan ruang mencakup perencanaan penempatan peralatan, perencanaan ruang akomodasi, perencanaan ruang kerja, dan perencanaan *superstructure*.

Perencanaan ruang dalam tugas akhir ini salah satunya bertujuan untuk menentukan ukuran utama kapal, hal ini diperlukan mengingat kapal ini diperuntukkan untuk mengangkut pembangkit listrik beserta peralatan pendukungnya, untuk mendapatkan dimensi kapal yang efisien dilakukan iterasi terhadap ukuran utama kapal melalui perencanaan ruang berdasarkan peralatan utama yang digunakan.

4.3.1 Perencanaan Penempatan Turbin & Generator

Dalam perencanaan ruang yang dibutuhkan untuk menempatkan seluruh peralatan utama maka dilakukan dari peralatan yang terbesar hingga yang terkecil, untuk memastikan kebutuhan ruang yang efisien, kebutuhan ruang peralatan yang terbesar yaitu peralatan turbin & gas, peralatan ini memiliki dimensi sebesar 14 x 3,2 x 6 meter yang menjadikan peralatan di letakkan di ruangan terbuka.

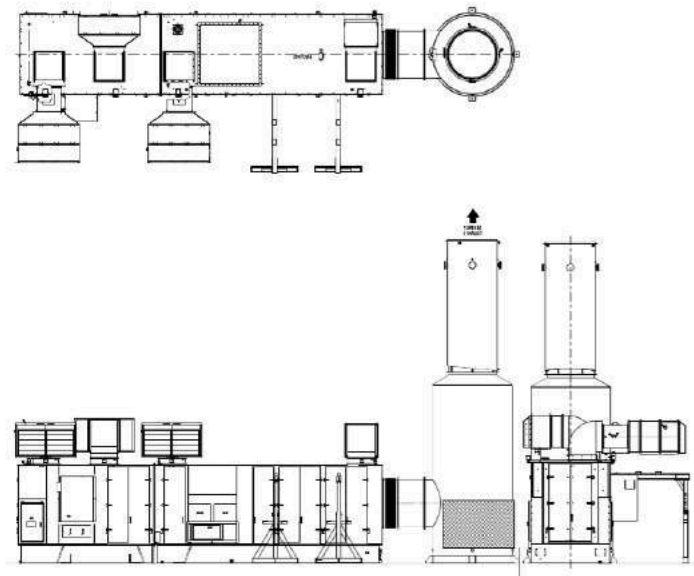
Dalam project guide Titan Turbomach 130 15MW kebutuhan ruang terhadap sistem utama ini sebesar dimensi di tambah ruang pemeliharaan sebesar peralatan yaitu 3,2 meter di sisi turbin untuk pemeliharaan turbine dan 3,2 meter disisi generator untuk pemeliharaan generator



Gambar 4.11 : kebutuhan ruang pemeliharaan¹²

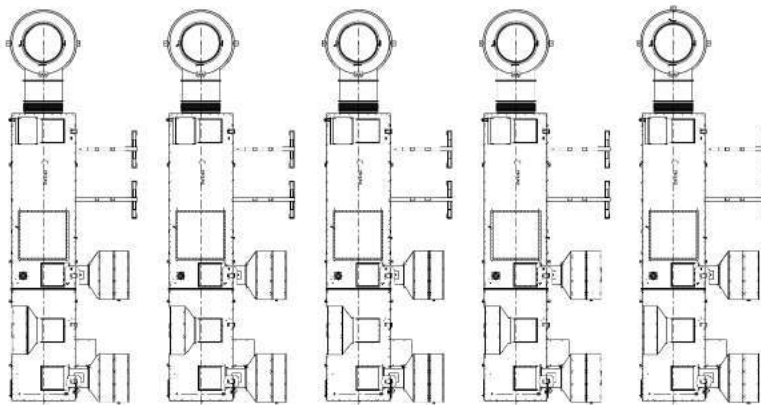
Selain Turbin dan Generator, sistem ini memiliki sistem pembuangan emisi, sistem pendingin pelumas dan sistem CO₂. Sistem ini dirangkai menjadi satu kesatuan dengan turbin dan generator.

¹² Sumber (Project Guide Solar Turbin Titan 130)



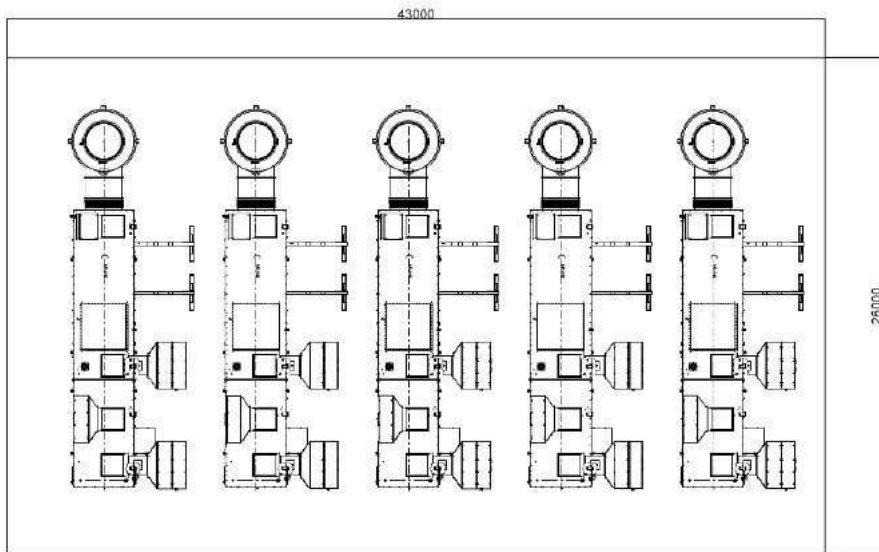
Gambar 4.12: Proyeksi Turbin Set

Sistem lalu di gambar melintang terhadap garis tengah kapal dan dibuat sejajar, jarak antara titik tengah turbin adalah 8 meter hal tersebut telah memenuhi kriteria masuknya forklift dan ruangan pemeliharaan untuk turbin dan generator



Gambar 4.13 : 5 buah Turbin Titan 130

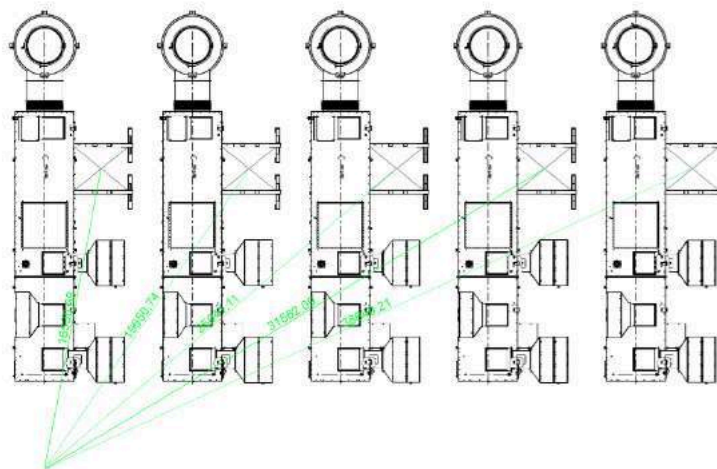
Ruangan yang dibutuhkan Turbin dengan seluruh peralatannya yaitu 43 x 26 m.



Gambar 4.14 : Kebutuhan ruangan Turbin

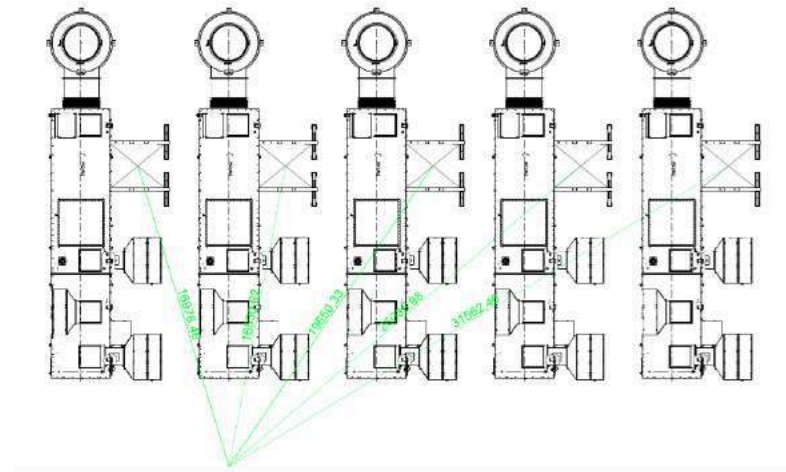
4.3.2 Perencanaan Penempatan Crane

Sesuai dengan *requirement*, crane diasumsikan digunakan untuk keperluan pemeliharaan turbin, maka crane yang dirancang wajib dapat menjelajah hingga setiap titik pemeliharaan turbin maupun generator yang ada, dengan dibutuhkannya lebar area turbin sebesar 26 m maka asumsi awal lebar kapal tidak kurang dari 30 meter. Dengan kondisi tersebut maka crane dapat diperkirakan sebagai berikut.



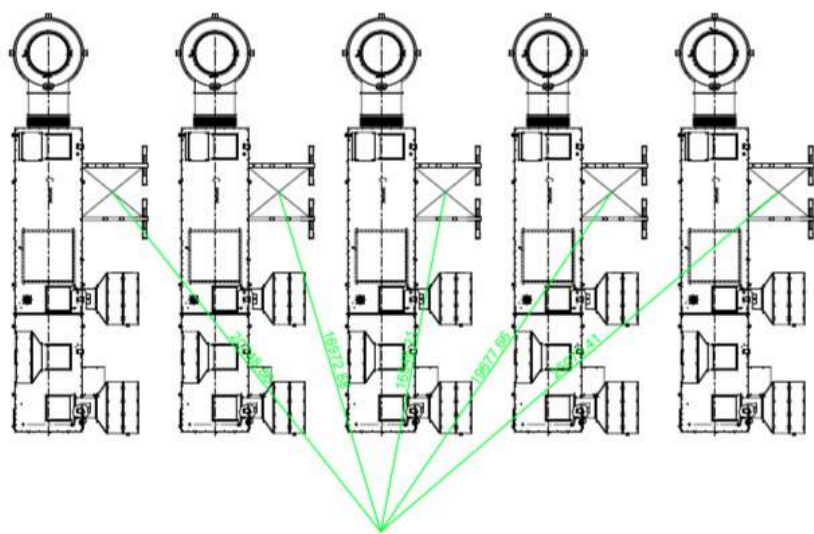
Gambar 4.15 : Estimasi Penempatan Crane Titik 1

Estimasi dilakukan di setiap titik tengah pada turbin, dikarenakan setiap titik berat yang memiliki beban besar wajib memiliki konstruksi penyangga untuk menjadi kekuatan pada kapal, untuk percobaan pertama crane ditempatkan sejajar dengan titik tengah turbin 1, dalam gambar ini didapatkan jarak jelajah terjauh sebesar 38m.



Gambar 4.16 : Estimasi penempatan Crane titik 2

pada percobaan ini panjang crane yang dibutuhkan sebesar 32m. dengan jelajah tersebut tinggi crane yang digunakan tidak dapat kurang dari 13 m akibat terdapatnya sistem pembuangan udara yang memiliki tinggi 12 m, dengan tinggi crane tersebut maka akan mengganggu perhitungan stabilitas kedepannya

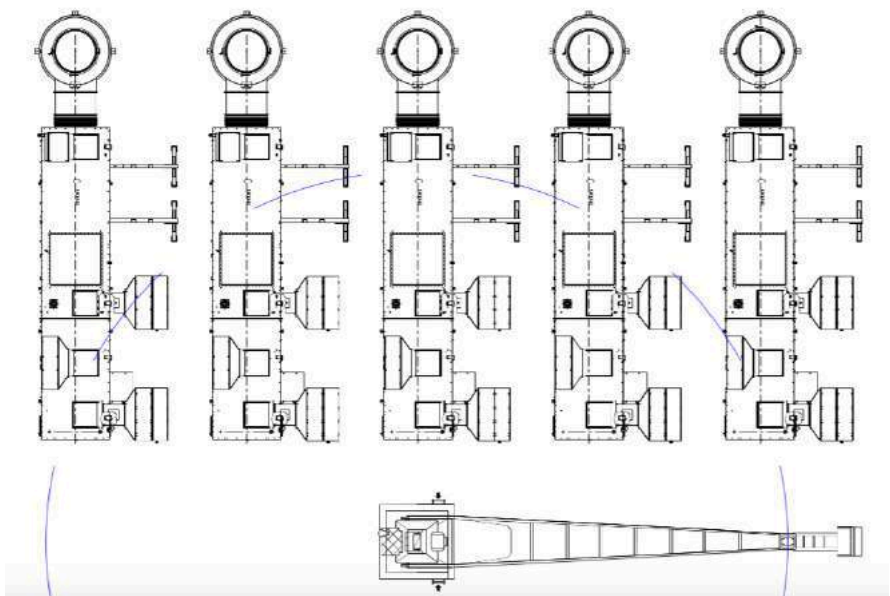


Gambar 4.17 : Estimasi penempatan Crane titik 3

pada gambar IV.7, jarak crane terjauh adalah 25m sistem ini paling efisien dibandingkan dengan opsi opsi yang lain, mengingat turbin 5 akan sangat dekat dengan workshop maka crane yang dibutuhkan sepanjang 20m yaitu jarak antara titik tengah menuju area pemeliharaan turbin 1, dengan begitu maka spesifikasi crane yang digunakan sebagai berikut.

Tabel 4.13: Spesifikasi Crane

Brand	Type	SWL	Range
TTS	TTS 15	5 T	18.5m
Marine			



Gambar 4.18: Lay Out Crane

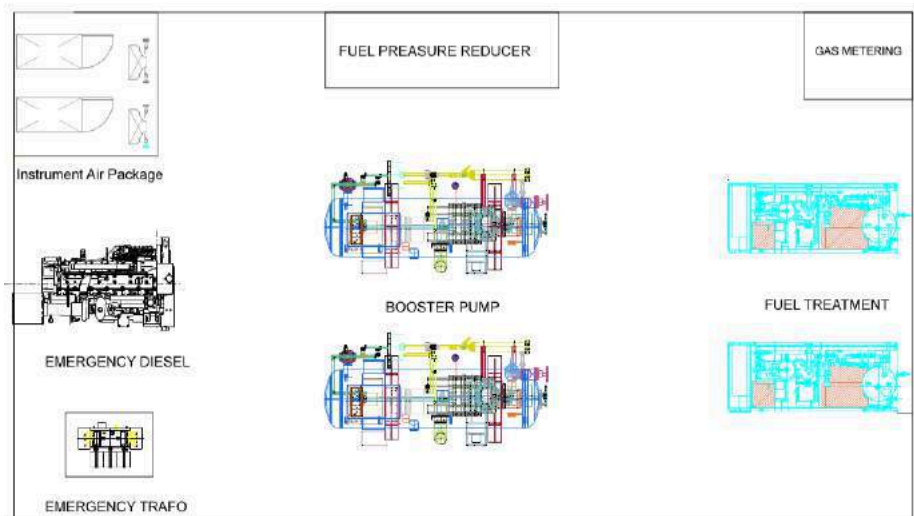
4.3.3 Perencanaan Ruang *Auxiliary System*

Perancangan sebuah kapal selalu terkait dengan peralatan yang mendukung berlangsungnya kegiatan operasional dalam kapal itu sendiri, Equipment pada kapal ini dibagi menjadi dua yaitu permesinan utama atau pembangkit dan permesinan bantu atau *Auxiliary engine*, pada kapal ini permesinan utama merupakan sistem yang mengubah energy potensial menjadi energi listrik yaitu menggunakan gas turbin, sedangkan permesinan bantu merupakan permesinan yang bertugas menjadi pelengkap suatu permesinan utama yaitu

Tabel 4.14 : Peralatan permesinan bantu

No	Peralatan	Jumlah	Dimensi		
			P	L	T
1	Gas Metering	1	3015	2413	2591
2	Fuel Treatment	2	4700	1200	1195
3	Fuel Gas Pressure Reduced Facility	1	6500	2100	1800
4	Booster Compressor	2	7620	2400	2400
5	Instrument Air Package	2	1255	900	1500
6	Emergency Diesel Generator	1	4485	1750	2168

Dari detail peralatan tersebut maka perancangan ruang untuk sistem permesinan bantu dapat dikerjakan. Jarak antara sistem disesuaikan dengan kebutuhan sistem tersebut untuk melakukan perbaikan atau perawatan. Setiap peralatan memiliki kebutuhan ruangan untuk perbaikan minimal 1 kali lebar dari sistem tersebut selain itu jarak akomodasi awak kapal juga diperhitungkan yaitu 2.5 m



Gambar 4.19 : Layout Auxiliary room

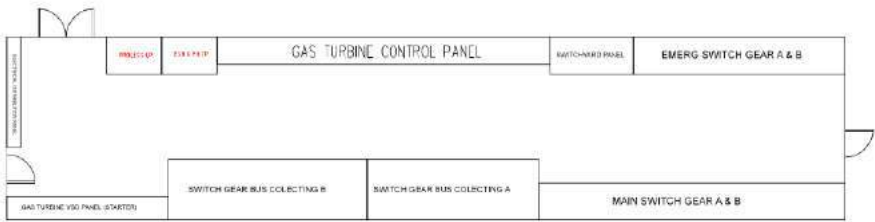
4.3.4 Perencanaan Ruang Elektrikal

Setiap sistem memiliki panel untuk dapat mengendalikan sistem tersebut sesuai dengan kebutuhan operasi, dalam ruang elektrikal direncanakan untuk digunakan sebagai ruang kontrol manual dengan menempatkan sistem sistem pengontrol yang digunakan untuk mengendalikan dan memonitor sistem sistem yang bekerja di seluruh kapal, panel panel yang ada dalam ruangan ini adalah

Tabel 4.15: Peralatan Ruangan elektrikal

No	Peralatan	Jumlah	Dimensi		
			P	L	T
1	11KV Switchgear Bus Collecting A	1	3725	1300	2300
2	11KV Switchgear Bus Collecting B	1	4325	1300	2300
3	400V Switch Gear	1	6400	800	2200
4	Emergency Switch Gear	1	4600	800	2200
5	Gas Turbine VSD Panel	5	700	500	2230
6	Gas Turbine Battery Charger	5	827	673	100
7	Starter Battery Backup	5	406	283	673
8	230 VAC UPS & bypass UPS	1	1600	800	1800
9	Distribution panel	4	600	300	1200
10	Gas Turbine Control Panel	5	1448	600	2285
11	Emergency Generator Control Panel	1	600	800	2300
12	Process Control Panel & Marshalling	1	1200	800	2200
13	ESD & FG Panel & Marshalling	1	1200	800	2200

Ruangan ini di desain untuk melakukan kontroling terhadap keadaan keadaan system yang bekerja pada kapal. Desain ruangan ini mengikuti kebutuhan luasan setiap peralatan yang ada dengan mempertimbangkan pergerakan awak yang nyaman.



Gambar 4.20 Ruangan Elektrikal

Ruangan direncanakan akan terhubung dengan open deck di bagian kanan, ruangan permesinan bantu di bagian atas dan di bagian kiri akan berhubungan langsung dengan ruangan baterai yang hanya bisa di akses melalui ruangan elektrikal.

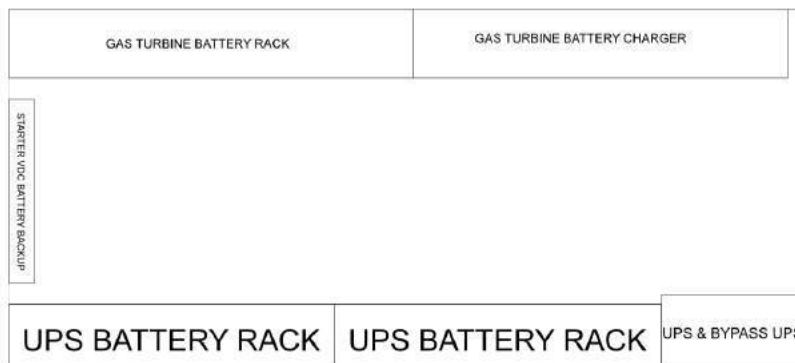
4.3.5 Perencanaan Ruang Baterai

Ruangan ini berfungsi sebagai penyimpanan baterai turbin, ups, sistem pengisian daya ups dan baterai, *switch* ups dan sebagainya. Detail peralatan yang berada pada ruang ini dapat dilihat pada uraian berikut

Tabel 4.17: Peralatan pada ruangan baterai

No	Peralatan	Jumlah	Dimensi		
			P	L	T
1	Gas Turbine Battery Charger	5	827	673	100
2	Starter Battery Backup	5	406	283	673
3	230 VAC UPS & bypass UPS	1	1600	800	1800
4	Gas Turbine Battery Bank & Rack	5	892	762	800
6	UPS Battery Rack	2	3600	700	1200

Dari table IV. 5 maka penggambaran layout pada ruangan baterai dapat dilakukan, pertimbangan dalam penggambaran ruangan baterai adalah dimensi dari setiap rack dan kemudahan charger terhadap baterai atau ups yang akan di lakukan pengisian daya.



Gambar 4.21 : Ruangan baterai

4.3.6 Perencanaan Ruang Akomodasi

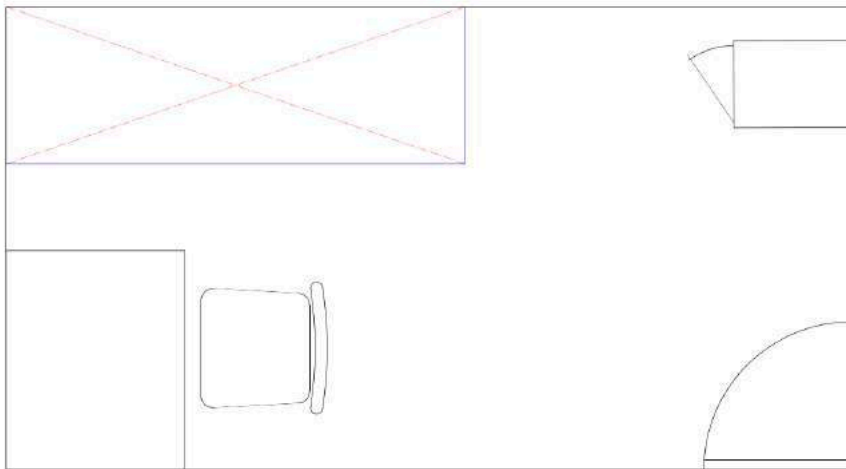
Setiap kapal memiliki sejumlah awak kapal yang bertugas mengoperasikan kapal, penempatan akomodasi dan sistem yang berada di superstructure di desain secara ergonomis agar mudah di akses dan di operasikan oleh awak kapal.

Ruangan akomodasi untuk awak kapal pada mulanya bukanlah sesuatu yang di atur, hingga terbitlah regulasi MLC atau *Marine Labor Convension* yang berisikan hak hak setiap awak kapal sehingga awak kapal memiliki akomodasi pada kapal secara layak

MLC 2006 mengatur aspek ukuran dari ruangan serta ruang akomodasi, pemanas dan ventilasi, factor dan polusi suara, sanitasi, pencahayaan, dan kelengkapan peralatan kesehatan

4.3.6.1 Perencanaan Ruang tidur

menurut MLC 2006 ruang tidur memiliki standar minimal yang harus dipenuhi untuk memberikan hak hak setiap crew yang ada di atas kapal, maka dari itu ruangan tidur pada kapal ini di desain berdasarkan peraturan tersebut. Ruang tidur pada *floating power plant ini* di desain untuk 15 awak sesuai dengan requirement dari pemilik kapal, setiap awak mendapatkan 1 kamar tidur dengan luas minimal 5.5 m² yang memiliki 1 buah tempat tidur, 1 buah lemari, 1 buah meja, dan 1 buah kursi. Berikut ini adalah lay out kamar tidur dari kapal ini

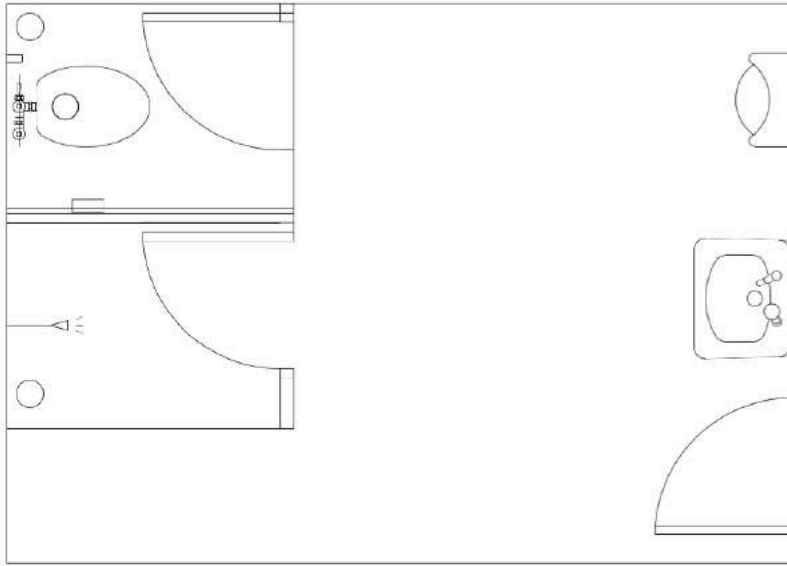


Gambar 4.22 : Ruang tidur awak

4.3.6.2 Perencanaan Ruang Sanitasi

Sanitasi yang disediakan untuk awak kapal memiliki persyaratan berdasarkan regulasi MLC untuk memenuhi hak dari awak kapal. Regulasi tersebut adalah sanitasi harus memenuhi syarat syarat kesehatan dan

ruangan terpisah untuk pria dan wanita, setiap ruangan sanitasi akan dilengkapi dengan 1 buah *toilet*, 1 buah *wastafel*, dan 1 buah *shower* dimana setiap satu ruangan untuk 6 orang crew kapal.



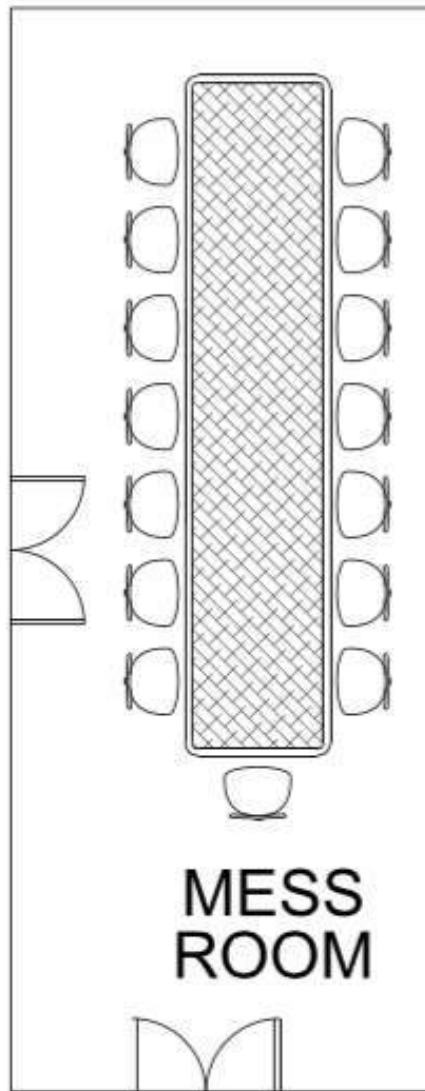
Gambar 4.23 : Ruangan Sanitasi

Dalam kapal ini ruangan sanitasi di buat dengan rasio 1 : 3 yaitu 1 ruangan sanitasi untuk melayani 5 awak, ruangan ini berisikan 1 buah *toilet*, 1 buah *wastafel*, 1 buah urinoir dan 1 buah *shower*.

4.3.6.3 Perencanaan Mess Room

Mess room merupakan tempat dimana para awak kapal berkumpul untuk makan, maka dari itu mess room memiliki ruangan yang cukup luas untuk menunjang awak kapal dalam waktu bersamaan dan menampung meja kursi serta perlengkapan lainnya

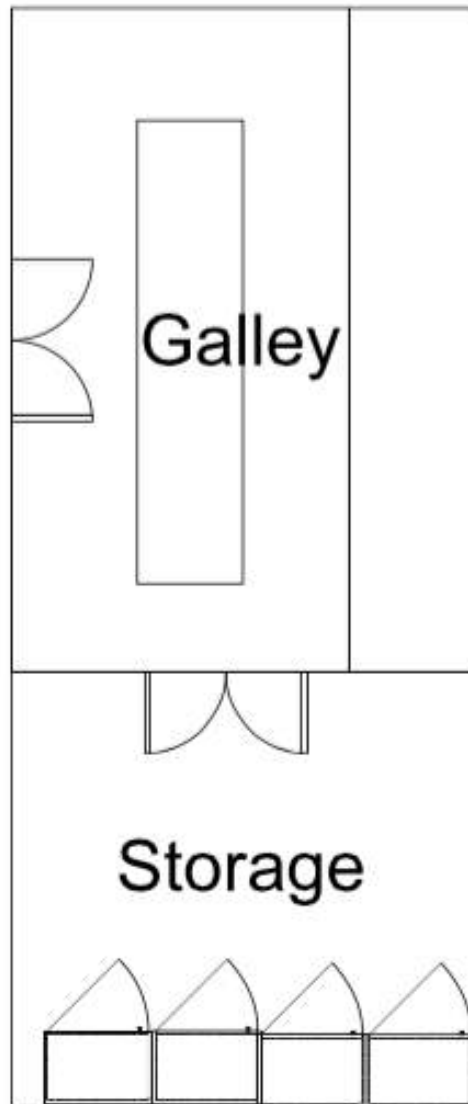
Dalam kapal ini mess room di desain langsung bersebelahan dengan galley untuk memudahkan akses, mess room ini memuat 15 buah awak dengan 1 meja besar dan 15 buah kursi



Gambar 4.24 : Mess Room

4.3.6.4 Perencanaan Galley dan food Storage

Galley merupakan salah satu compartemen pada kapal dimana bahan bahan makanan di olah menjadi makanan, galley harus dekat dengan mass room untuk memudahkan akomodasi, sedangkan food storage adalah tempat atau kompartemen dimana makanan disimpan, dalam design ini makanan di simpan dalam dua bentuk yaitu dry store dan cold store. Dry store berupa lemari penyimpanan makanan sedangkan cold store yaitu kulkas dan freezer.



Gambar 4.25 : Galley and Storage

4.3.6.5 Perencanaan Laundry

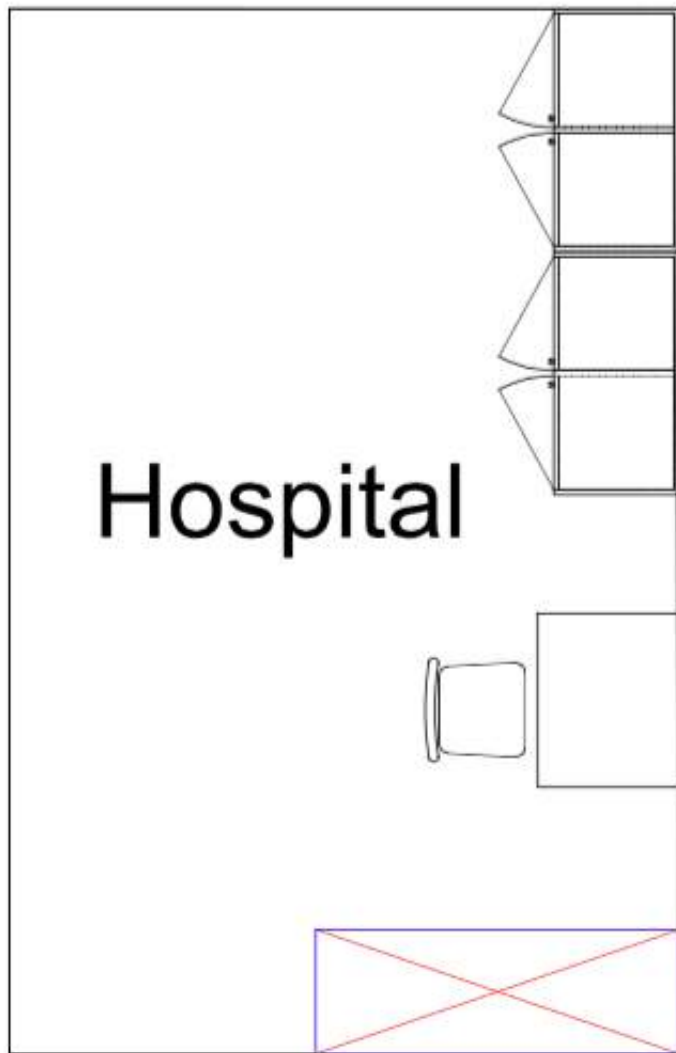
Setiap kapal wajib memiliki fasilitas mencuci pakaian, ruangan tersebut wajib dilengkapi dengan peralatan mesin cuci, pengering, setrika dan meja setrika. Dalam kapal ini ruangan laundry di desain dengan menggunakan 6 buah mesin cuci dan satu meja setrika besar lay out gambar dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.26 : Ruang Laundry

4.3.6.6 Perencanaan Ruang Kesehatan

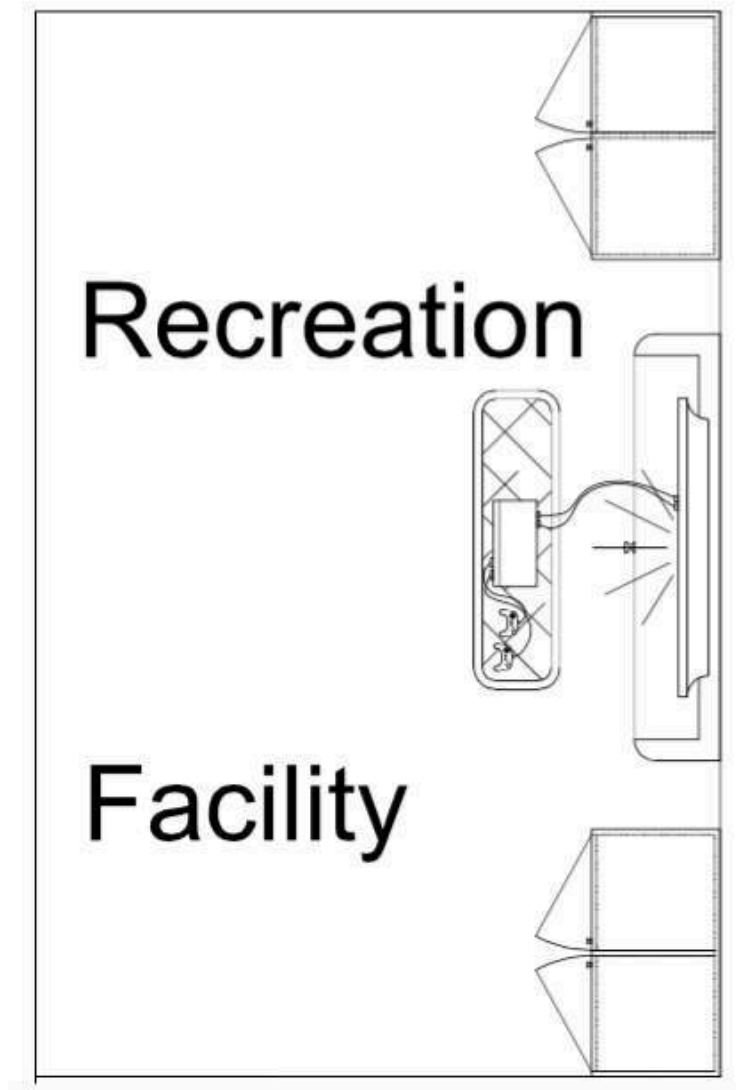
Kapal ini memiliki 15 awak yang bekerja langsung dengan sistem permesinan yang ada, dengan banyaknya resiko keselamatan awak yang ada pada kapal direncanakan ruangan kesehatan untuk menjadi tempat penanggulangan sementara sebelum datangnya ambulance, ruang kesehatan berisikan obat obatan, tempat tidur, kursi dan meja.



Gambar 4.27 : Ruang Kesehatan

4.3.6.7 Perencanaan ruang rekreasi

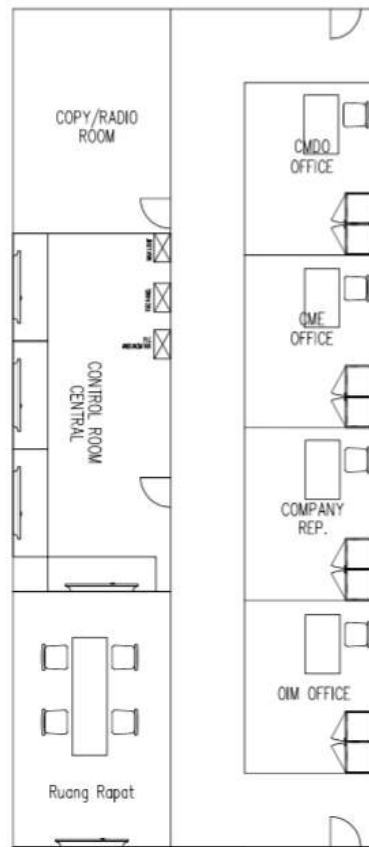
Fasilitas rekreasi merupakan fasilitas pendukung yang dapat menunjang para awak agar dapat bekerja dengan bahagia, dalam kapal ini ruangan rekreasi di desain memiliki 1 buah tv, 2 buah rak buku, dan 1 buah console atau dvd player.



Gambar 4.28 : Ruang rekreasi

4.2.7 Perencanaan Main Control room & Office

Main control room merupakan pusat control dari sistem yang ada, ruangan ini berisikan 4 buah computer sebagai server, 4 buah layar 29 inch sebagai monitor dan 3 buah panel. Kapal ini di lengkapi dengan kantor untuk setiap perwakilan dari perusahaan, terdapat 4 buah kantor dengan 1 buah ruang rapat dengan kapasitas 4 orang. Selain itu ruang radio dan peralatan keselamatan telah di persiapkan.



Gambar 4.29 : Main Control room & office

4.4 Perhitungan Ukuran utama kapal

Setelah mendapatkan hasil keseluruhan dari seluruh perencanaan maka general arrangement dapat dibuat, sebelum memasuki penggambaran GA perhitungan kembali opsi opsi barge yang dapat digunakan untuk meyakinkan barge yang akan di gambar adalah barge dengan dimensi yang paling efektif dibandingkan dengan opsi opsi barge yang lainnya

Di dasari dari kebutuhan volume bahan bakar sebagai salah satu objek utama pada requirement awal maka penentuan dimensi kapal ini bermula dari perhitungan tersebut yaitu kebutuhan volume bahan bakar sebesar 6806 m^3 , selanjutnya dengan pertimbangan pembagian setiap equipment utama yang ada lebar kapal minimal adalah 30 meter berdasarkan lebar terbesar yaitu lebar dari sistem Turbin dan sistem crane. Panjang kapal minimal adalah 80 meter dengan dasaran total panjang kebutuhan ruang setelah disatukan.

Dari data tersebut didapatkan angka minimal yaitu panjang 80 m lebar 30 m dan minimum tinggi kapal didapatkan dari rules BKI yaitu L/18 sebagai acuan dalam iterasi yang akan dilakukan nantinya

Tabel 4.18 : Percobaan perhitungan ukuran utama kapal

No	Dimensi			DWT m ³	TBB		L	0.8 L	L/18
	L	B	H		B	H			
1	80	30	5.5	6806	28	3.5	69	64	4.4
2	88	30	5.0	6806	28	3.0	81	70.4	4.9
3	88	30	5.5	6806	28	3.5	69	70.4	4.9
4	90	30	5.5	6806	28	3.5	69	72	5.0
5	100	30	6.0	6806	28	4.0	60	80	5.6

0.8 L adalah judgement desainer, dikarenakan total volume yang akan ada di dalam kapal harus dapat digunakan untuk sistem yang lain seperti pompa pompa service tank, lubrication tank dan lain lain

Permasalahan dari opsi satu adalah panjang dari tanki melebihi dari 0.8 L hal tersebut membuat peralatan peralatan yang seharusnya di letakkan di bawah memiliki ruangan yang sangat sempit, maka dari itu opsi tersebut tidak di gunakan

Opsi dua memiliki permasalahan yang sama yaitu panjang tangki melebihi 0.8 L dimensi tersebut akan sangat sulit untuk di wujudkan karena sisa dari panjang kapal hanya 7 meter.

Opsi 4 dan 5 merupakan opsi yang memenuhi syarat namun kurang efisien hal ini dilihat dari selisih dari kebutuhan dengan yang tersedia terlalu besar.

Dari Tabel IV.11 maka di tentukan dimensi utama pada barge ini adalah 88 m x 30 m x 5.5 m.

4.3.1 Perhitungan *Lightweight of the Ship*

LWT merupakan masa kapal itu sendiri tanpa dipengaruhi oleh barang barang yang dapat berpindah seperti bahan bakar, oli dan lain lain, LWT merupakan berat kapal yang dihitung saat kapal kosong, maka LWT adalah berat baja kapal, *outfitting*, akomodasi, permesinan dan berat cadangan sebesar 2 hingga 3%.

Pada subbab ini akan dibahas mengenai perhitungan LWT berdasarkan berat baja dan berat peralatan utama, perhitungan LWT menggunakan rumus empiris, perhitungan ini juga memperhitungkan beban cadangan yang dibutuhkan jika terdapat beban yang tidak dapat terukur atau diluar

jangkauan tugas akhir ini. Perhitungan berat superstructure akan menggunakan rumus pendekatan yang di tuliskan dalam buku *Ship Design for efficiency and economy* (H. Schneekluth, 1998).

$$W_{st} = (L \times B \times D_a) \times C_s$$

$$C_s = C_{so} + 0,064e^{-(0,5u+0,1u^{2,45})}$$

$$u = \log_{10} \frac{\Delta}{100}$$

C_{so} : berdasarkan kapal, asumsi 0,064

Superstructure terbagi menjadi 6 buah bagian yang dibagi atas

$$WS_1 = 9m \times 20m \times 4m \times 0,107 = 77,04 \text{ ton}$$

$$WS_2 = 9m \times 20m \times 3m \times 0,107 = 57,78 \text{ ton}$$

$$WS_3 = 9m \times 20m \times 3m \times 0,107 = 57,78 \text{ ton}$$

$$WS_4 = 9m \times 20m \times 3m \times 0,107 = 57,78 \text{ ton}$$

$$WS_5 = 19m \times 27m \times 4m \times 0,107 = 219,564 \text{ ton}$$

$$WS_6 = 20m \times 13.5m \times 1m \times 0,107 = 28,89 \text{ ton}$$

$$\text{Total} = 498.834$$

Setelah itu terdapat beban peralatan utama seperti berikut.

Tabel 4.19 Berat peralatan

No	Peralatan	Jumlah	T Weight
			Kg
1	Gas Turbine Generator Package	5	439985
2	Turbine Exhaust System	5	7525
3	Lube Oil Cooler	5	20630
4	CO2 System	5	5215
5	Gas Metering	1	900
6	pompa Transfer	2	150
7	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 1	2	120
8	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 2	2	120
9	Gas Turbine Liquid Fuel Treatment	1	5387

Tabel 4.20 Lanjutan Berat peralatan

No	Peralatan	Jumlah	T Weight
			Kg
10	Natural Gas Metering	1	900
11	Booster Compressor	2	23000
12	Lubricating Cleaning System	2	1580
13	Lubricating Pump	8	480
14	Main Trafo A	1	51000
15	Main Trafo B	1	43000
16	AUX Trafo	2	13840
17	Instrument Air Package	2	1100
18	Neutral Grounding Resistant Trafo	4	2400
19	Emergency Diesel Generator	1	5728
20	20 KV Switchgear and Metering	1	1000
21	Switchyard and Protection, Metering	1	800
22	11KV Switchgear Bus Colecting A	1	5000
23	11KV Switchgear Bus Colecting B	1	4200
24	400V Switch Gear	1	4000
25	Emergency Switch Gear	1	3800
26	Gas Turbine VSD Panel	5	1925
27	Gas Turbine Battery Charger	5	770
28	Starter Battery Backup	5	110
29	230 VAC UPS & bypass UPS	1	700
30	Distribution panel	4	300
31	Gas Turbine Control Panel	5	4425
32	Emergency Generator Control Panel	1	400
33	Process Control Panel & Marshalling	1	400

Tabel 4.21 Lanjutan Berat Peralatan

No	Peralatan	Jumlah	T Weight
			Kg
34	ESD & FG Panel & Marshalling	1	400
35	Gas Turbine Battery Bank & Rack	5	2600
36	UPS Battery Rack	2	2400
37	Paga Panel / TELECOM	1	50
38	Fire Panel	1	50
39	Computer For Controlling and work	4	40
40	Pump Distribution Panel	1	50
41	Emergency Pump Distribution Panel	1	50
42	Crane	1	10000
Total W (ton)			516.992

Komponen utama berikutnya adalah berat dari barge itu sendiri, berat barge akan dirumuskan dengan rumus Schneeluth, rumus ini membagi baja kapal menjadi 3 buah bagian yaitu bangunan atas, berat baja lambung dan berat rumah geladak, namun dikarenakan berat rumah geladak dan bangunan atas telah diperhitungkan maka rumus yang akan digunakan sebagai berikut.

$$W_{Si} (Ton) = K \times E^{1,36}$$

$$E = L (B + T) + 0.85 L (D - T)$$

dimana

K = Koefisien Faktor (0.035)

Maka hasilnya adalah 1962.01 Ton

Setelah mendapatkan seluruh elemen LWT maka perhitungan total LWT dapat diperhitungkan, hasil dari perhitungan total di rumuskan dalam tabel berikut

Tabel 4.21 Total LWT

No.	Objek	Satuan	Hasil
1	Peralatan utama	Ton	516.992
2	<i>Deckhouse</i>	Ton	498.834
3	Barge	Ton	1962.0136
Total			2977
Penambahan 10%			297
Total			3274.8396

4.3.2 Perhitungan *Deadweight of the Ship*

DWT atau *deadweight of the ship* merupakan beban yang dapat berpindah seperti berat bahan bakar, berat air minum, berat crew, provision dan sebagainya perhitungan ini akan dibahas satu persatu pada sub bab ini

4.3.2.1 Perhitungan Berat bahan bakar

Berat bahan bakar merupakan berat yang telah diperhitungkan pada sub bab 4.2.2.1 yaitu perhitungan kebutuhan bahan bakar, dalam perhitungan tersebut telah didapatkan bahwa berat bahan bakar adalah 5.581.044 Kg atau 5581 Ton.

4.3.2.2 Perhitungan Berat Minyak pelumas

Berdasarkan project guide Solar turbine Titan 130 Generator set setiap turbin memiliki tanki minyak pelumas sebesar 3407 liter atau 3202.58 kg ditambah dengan tanki utama minyak pelumas yaitu sebesar satu kali kebutuhan total bahan bakar yang ada pada setiap tanki minyak pelumas turbin maka total minyak pelumas yang dimuat adalah

$$W_p = W_{pt} \times n$$

dimana

W_p = Beban total pelumas

W_{pt} = Beban pelumas setiap turbin

n = Turbin yang digunakan

Tabel 4.22 Total Berat minyak pelumas

No.	Objek	Satuan	Hasil
1	5 Tanki Minyak pelumas turbin	Ton	16.012
2	Tanki Sirkulasi	Ton	16.012
Total			32.024

4.3.2.2 Perhitungan Berat Awak dan bekal

Berdasarkan permintaan pemilik kapal bahwa kebutuhan awak sebanyak 15 orang. Dengan asumsi rata rata berat awak sebesar 75 kg dan membawa 25 kg perlengkapan seperti baju dan peralatan lain. Lalu setiap awak di asumsikan membutuhkan makanan sebanyak 5kg/orang/hari dan di estimasikan untuk menampung selama tujuh hari, maka beban total awak dan bekal adalah sebagai berikut.

$$W_{prov} = C_{prov} \times n \times T$$

$$W_{crew} = C_{crew} \times n$$

Dimana

W_{Prov} = Beban *Provision*

W_{Crew} = Beban Crew

C_{prov} = Koefisien Provision

C_{Crew} = Koefisien Crew

n = Banyaknya crew

T = waktu

Tabel 4.23 Total Berat Awak & Bekal

No.	Objek	Satuan	Hasil
1	Awak + Bawaan	Ton	1.5
2	Bekal/Bahan Makanan	Ton	0.525
Total (Ton)			2.025

4.3.2.3 Perhitungan Berat Air bersih

Air bersih digunakan untuk sanitasi dan konsumsi total kebutuhan dari air bersih akan di dapatkan dari mengkalikan jumlah kebutuhan air bersih dengan jumlah total awak kapal yang ada, dengan jumlah awak yaitu 15 orang dengan estimasi konsumsi air sebesar 10 kg/hari untuk konsumsi dan 80 kg/hari untuk sanitasi dan dipersiapkan untuk 14 hari maka kebutuhan Air bersih adalah.

$$W_w = (C_s + C_k) \times n$$

Dimana

W_w = Beban Air Tawar

C_s = Koefisien kebutuhan Sanitasi

C_k = Koefisien kebutuhan Konsumsi

n = Banyaknya crew

Tabel 4.24 Total Berat Air bersih

No.	Objek	Satuan	Hasil
1	Konsumsi	Ton	2.1
2	Sanitasi	Ton	16.8
Total (Ton)			18.9

Setelah mendapatkan seluruh elemen dari DWT maka penjumlahan DWT dapat di lihat pada tabel 4.25.

Tabel 4.25 Total DWT

No.	Objek	Satuan	Hasil
1	Bahan Bakar	Ton	5581
2	Minyak Pelumas	Ton	32.024
3	Awak Dan perbekalan	Ton	2.025
4	Air Bersih	Ton	18.9
Total (Ton)			5652.849

4.3.3 Perencanaan Tanki Ballast

Untuk mencegah terjadinya oil spill di laut, regulasi mengeluarkan peraturan untuk membuat dasar ganda dan tangki samping, perencanaan dasar ganda dan tangki samping selain menjadi sekat kedap untuk mencegah minyak keluar jika terjadi kebocoran, hal tersebut dapat menjadi penyeimbang kapal dengan menjadikannya sebagai tangki ballast. Tangki ballast berisikan air laut yang digunakan untuk menyeimbangkan kapal, menurunkan draft yang jika terlalu tinggi, dan lain lain. Pada kapal ini perencanaan tangki ballast direncanakan sejajar dengan tangki bahan bakar. Pada dasar ganda Marpol menyaratkan untuk menggunakan rumus $1/15 L$ untuk ketinggian Dasar ganda. Maka perumusan tangki ballast dapat dilihat pada tabel 4.26.

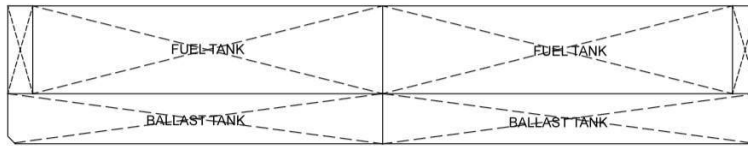
Tabel 4.26 : Volume Tanki Ballast

Sistem	L	B	H	Volume
Dasar Ganda	70	30	2	4200
Tangki Samping	70	2	3.5	490

Pembagian panjangnya tangki ballast sejajar dengan tanki bahan bakar mengingat sekat ini juga dipergunakan sebagai penegar pada konstruksi untuk menopang titik tengah dari turbin maka dari itu pembagian dan besarnya tanki ballast dapat dilihat pada gambar 4.30 dan 4.31.



Gambar 4.30 Tanki Ballast dan Tanki bahan bakar



Gambar 4.31 Tanki Ballast dan Tanki bahan bakar

Dengan pembagian tersebut maka dapat dihitung beban setiap tanki dan jumlah volume yang dapat disimpan setiap tankinya, hasil dari perhitungan volume tanki ballast dapat dilihat pada Tabel 4.27 hingga 4.30.

Tabel 4.27 Tanki ballast dasar ganda

No	Object	$L \times W \times H$ [m^3]	Volume [m^3]	Mass [ton]
1	Ballast Tank 1 (P)	4 x 15 x 2	120	123
2	Ballast Tank 1 (S)	4 x 15 x 2	120	123
3	Ballast Tank 2 (P)	6 x 15 x 2	180	184.5
4	Ballast Tank 2 (S)	6 x 15 x 2	180	184.5
5	Ballast Tank 3 (P)	8 x 15 x 2	240	246
6	Ballast Tank 3 (S)	8 x 15 x 2	240	246
7	Ballast Tank 4 (P)	8 x 15 x 2	240	246
8	Ballast Tank 4 (S)	8 x 15 x 2	240	246
9	Ballast Tank 5 (P)	8 x 15 x 2	240	246
10	Ballast Tank 5 (S)	8 x 15 x 2	240	246
11	Ballast Tank 6 (P)	8 x 15 x 2	240	246
12	Ballast Tank 6 (S)	8 x 15 x 2	240	246
13	Ballast Tank 7 (P)	8 x 15 x 2	240	246
14	Ballast Tank 7 (S)	8 x 15 x 2	240	246
15	Ballast Tank 8 (P)	8 x 15 x 2	240	246
16	Ballast Tank 8 (S)	8 x 15 x 2	240	246

Tabel 4.28 Lanjutan Tabel Ballast Dasar Ganda

No	Object	$L \times W \times H$ [m^3]	Volume [m^3]	Mass [ton]
17	Ballast Tank 9 (P)	8 x 15 x 2	240	246
18	Ballast Tank 9 (S)	8 x 15 x 2	240	246
19	Ballast Tank 10 (P)	4 x 15 x 2	120	123
20	Ballast Tank 10 (S)	4 x 15 x 2	120	123

Tabel 4.29 Tabel Ballast *Wing Tank*

No	Object	$L \times W \times H$ [m^3]	Volume [m^3]	Mass [ton]
1	Ballast Tank 1 (WP)	4 x 1 x 3	12	12,3
2	Ballast Tank 1 (WS)	4 x 1 x 3	12	12,3
3	Ballast Tank 2 (WP)	6 x 1 x 3	18	18,45
4	Ballast Tank 2 (WS)	6 x 1 x 3	18	18,45
5	Ballast Tank 3 (WP)	8 x 1 x 3	24	24,6

Tabel 4.29 Tabel Ballast *Wing Tank*

No	Object	$L \times W \times H [m^3]$	Volume $[m^3]$	Mass [ton]
6	Ballast Tank 3 (WS)	8 x 1 x 3	24	24,6
7	Ballast Tank 4 (WP)	8 x 1 x 3	24	24,6
8	Ballast Tank 4 (WS)	8 x 1 x 3	24	24,6
9	Ballast Tank 5 (WP)	8 x 1 x 3	24	24,6
10	Ballast Tank 5 (WS)	8 x 1 x 3	24	24,6
11	Ballast Tank 6 (WP)	8 x 1 x 3	24	24,6
12	Ballast Tank 6 (WS)	8 x 1 x 3	24	24,6
13	Ballast Tank 7 (WP)	8 x 1 x 3	24	24,6
14	Ballast Tank 7 (WS)	8 x 1 x 3	24	24,6
15	Ballast Tank 8 (WP)	8 x 1 x 3	24	24,6
16	Ballast Tank 8 (WS)	8 x 1 x 3	24	24,6
17	Ballast Tank 9 (WP)	8 x 1 x 3	24	24,6
18	Ballast Tank 9 (WS)	8 x 1 x 3	24	24,6
19	Ballast Tank 10 (WP)	4 x 1 x 3	12	12,3
20	Ballast Tank 10 (WS)	4 x 1 x 3	12	12,3

Tabel 4.30 Total Tangki Ballast

No.	Objek	Volume (m ³)	Berat (Ton)
1	Dasar Ganda	4200	4305
2	<i>Wing Tank</i>	420	430.5
Total		4620	4735.5

4.3.4 Perencanaan Sistem Ballast

Sistem Ballast direncanakan untuk menjaga stabilitas kapal jika terjadinya rolling trim ataupun list, terutama saat bahan bakar pada kapal mulai menipis, ballast direncanakan serendah mungkin agar dapat menjaga stabilitas kapal, pada umumnya sistem ballast akan di letakkan pada bagian dasar ganda dan tanki samping. Seperti yang telah direncanakan pada bagian 4.3.3 tanki ballast di letakkan di bagian dasar ganda dan tanki samping dengan perhitungan yang telah tertera di bahasan 4.3.3, pada sub bab ini perencanaan terhadap sistem ballast berupa pemilihan pompa dan penggambaran sistem ballast akan dilakukan.

4.3.5 Perencanaan Pompa Ballast

Sistem ballast merupakan sistem yang dibuat untuk menjaga stabilitas kapal ataupun menjaga kapal pada draft yang sesuai dengan keinginan, suatu kapal setidaknya memiliki 2 buah pompa ballast yang dapat bekerja untuk memindahkan maupun mengeluarkan air ballast yang berada pada tanki Type dari pompa ballast adalah pompa sentrifugal dengan demikian rumusan dari kapasitas pompa adalah

$$Q = V_{wb}/t$$

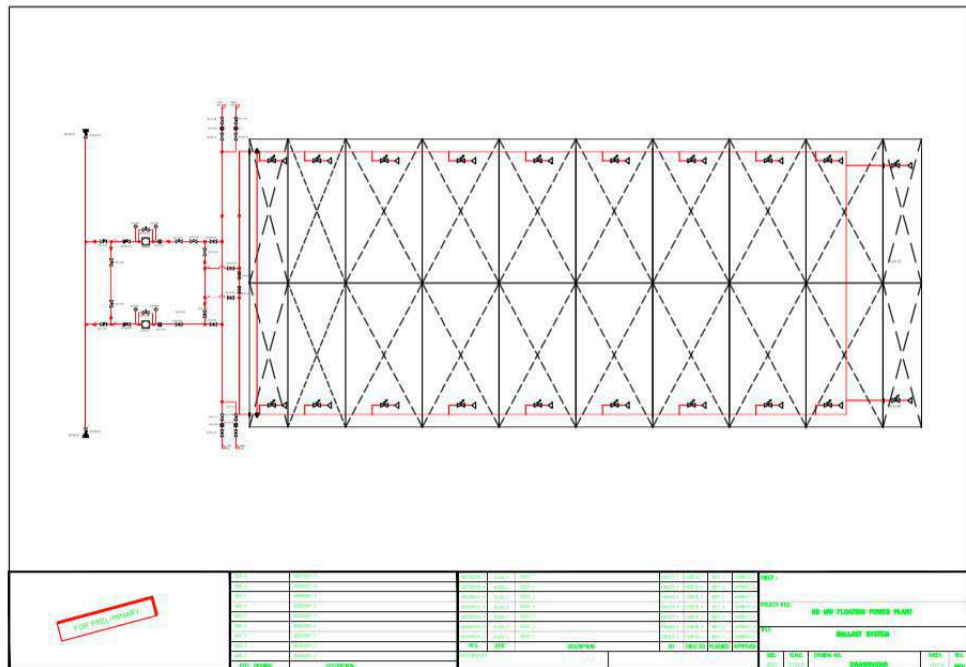
$$Q = 4735.5/10$$

$$Q = 473.55 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dengan rumus tersebut maka didapatkan pompa ballast seperti berikut ini

Tabel 4.31 : Pompa Ballast

Tipe Pompa	Pompa Sentrifugal	Pompa Ballast
Model	SILI PUMP 250 CLH 18	
Dimensi		Satuan
Tinggi	1733	mm
Lebar	1000	mm
Panjang	1000	mm
Berat	895	kg
Spesifikasi		
Kapasitas	500	m^3/hr
Daya	75	kW
Kebutuhan design		
Kebutuhan	1	Unit
Kebutuhan daya	75	kW



Gambar 4.31 Sistem Ballast

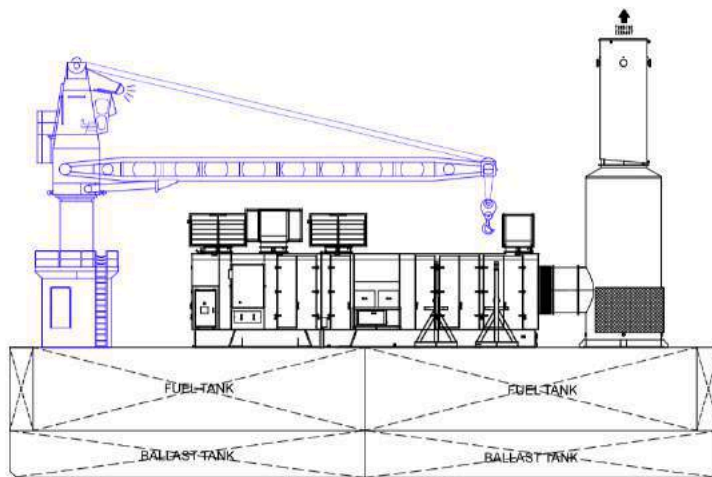
4.5 General Arrangement

Dari dimensi utama diatas maka penggambaran general arrangement di mulai, general arrangement merupakan penggambaran dari setiap sisi kapal yang berguna untuk menetapkan ruangan, peralatan dan akomodasi awak sehingga didapatkan desain kapal yang efisien dan nyaman.

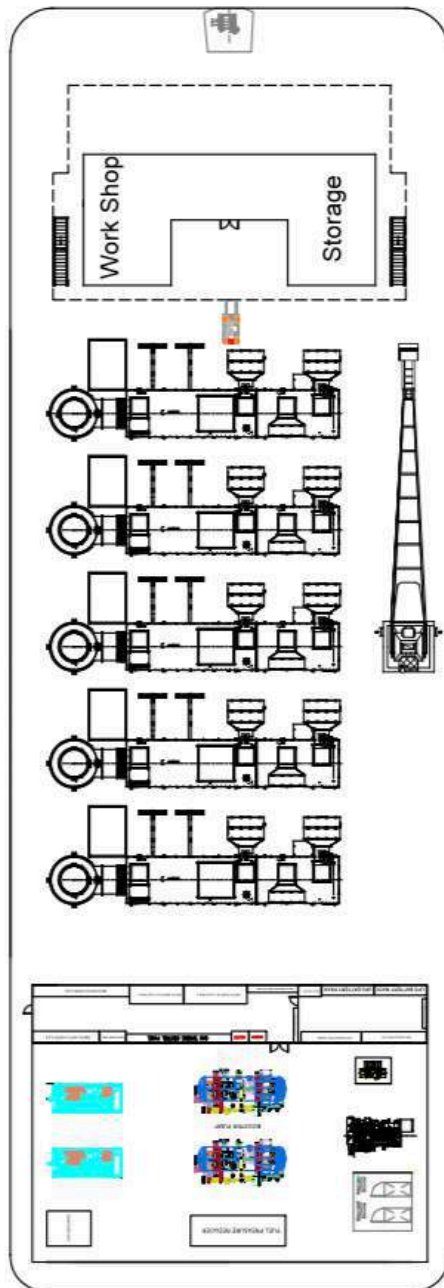
Pada sub bab 4.2 telah jelas mengenai setiap detail ruangan yang ada beserta alasan mengapa ruangan itu di butuhkan, pada sub bab ini penggabungan keseluruhan ruangan berdasarkan ukuran utama yang telah dipilih akan dibahas.

Penentuan posisi ruangan dilakukan berdasarkan keterkaitan ruangan tersebut dengan ruangan lainnya seperti ruangan battery dengan ruangan elektrik kedua hal tersebut lebih baik di buat berdekatan mengingat fungsi dari kedua sistem tersebut saling berketerkaitan.

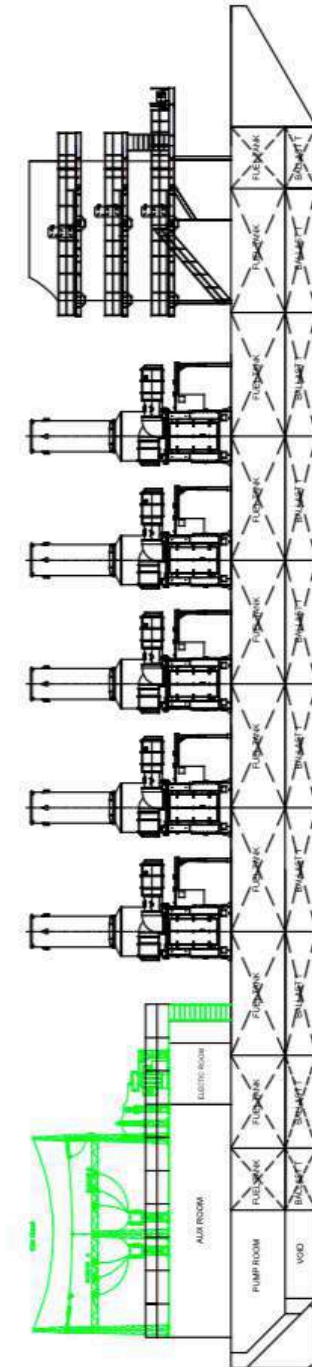
Gambar 4.32 hingga 4.38 adalah hasil dari gambar general arrangement pada kapal ini.



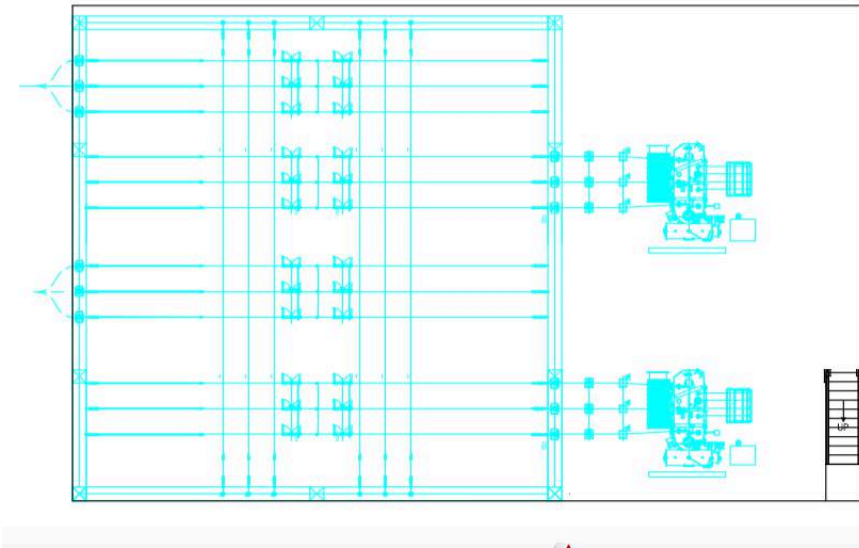
Gambar 4.32 Tampak depan Potongan midship



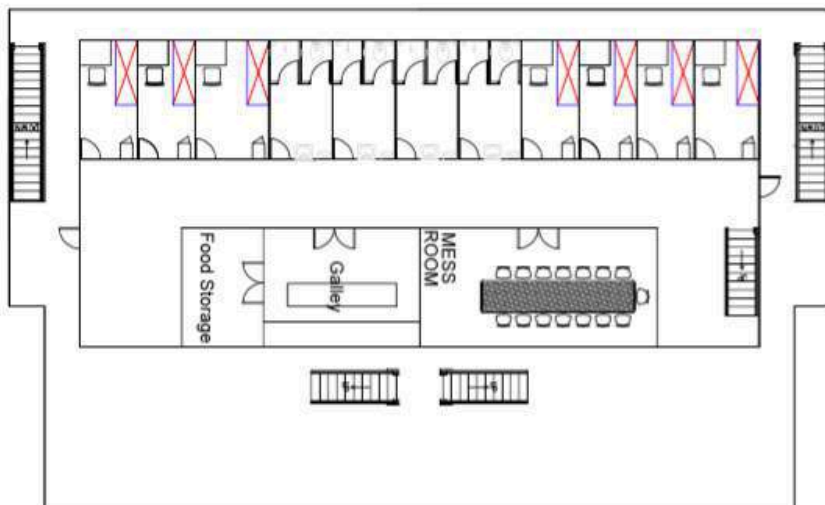
Gambar 4.33 Tampak atas kapal



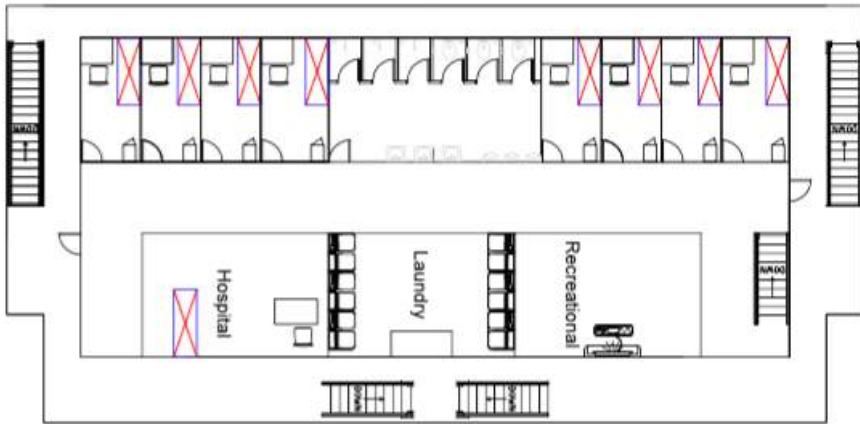
Gambar 4.34 Tampak samping Kapal



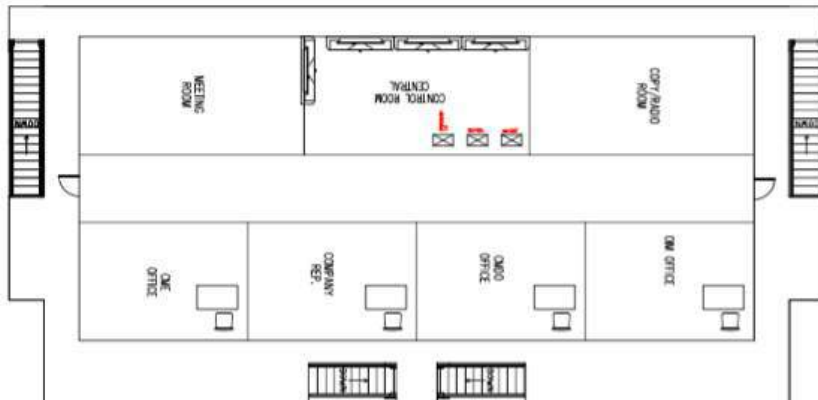
Gambar 4.35 Tampak atas deck transformator



Gambar 4. 36 Tampak atas deck B



Gambar 4.37 Tampak atas Deck C



Gambar 4.38 Tampak atas Deck D

4.6 Perhitungan Koefisien dan Draft

Perhitungan koefisien koefisien seperti koefisien blok, koefisien primatik dan koefisien *midship* diperlukan untuk mendapatkan perhitungan stabilitas yang lebih mudah, maka dari itu dihitunglah koefisien tersebut. Menurut buku *Ship Stability for Masters and mates*, perhitungan koefisien tersebut dapat dirumuskan dengan perumusan sebagai berikut.

1. Koefisien Balok

Koefisien Balok merupakan perbandingan antara kapal dengan balok seperti yang dapat dirumuskan sebagai berikut

$$C_b = \frac{\text{Volume Displacment}}{\text{Volume Balok}}$$

$$C_b = \frac{\text{Volume Displacment}}{L \times B \times D}$$

$$\text{Volume Displacment} = L \times B \times D \times C_b$$

Dari rumusan tersebut sebelum dapat mendapatkan koefisien balok wajib memiliki data terhadap draft dari kapal, pada mulanya sistem perhitungan volume kapal pada setiap waterline yang dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 : Volume Waterline

No	Volume
WL 1	2369.865449
WL 2	4823.833711
WL 3	7361.812534
WL 4	9983.80192
WL 5	12679.30055

Proses selanjutnya adalah membuat skenario terhadap muatan kapal dengan berbagai pertimbangan, skenario yang di desain dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 : Skenario Pemuatan Kapal

No	Skenario	Beban Ton
1	LWT + DWT 100% + Ballast 5%	9522.426
2	LWT + DWT 5% + Ballast 100%	8650.944
3	LWT	4152.219

Perhitungan Draft dilakukan dengan menginterpolasi data yang telah didapatkan, hasil draft pada beberapa skenario dapat dilihat pada tabel 4.34.

Tabel 4.34 : Draft kapal Sesuai Skenario

No	Skenario	Draft
1	LWT + DWT 100% + Ballast 5%	3.908
2	LWT + DWT 5% + Ballast 100%	3.541
3	LWT	1.762

Maka koefisien balok dari skenario satu adalah 0.92098779

2. Koefisien Midship

Koefisien Midship merupakan perbandingan antara potongan melintang kapal dengan alas dikali draft seperti yang dapat dirumuskan sebagai berikut

$$C_m = \frac{\text{Midship Area}}{\text{Area of rectangle}}$$

$$C_m = \frac{\text{Midship Area}}{B \times D}$$

$$\text{Mid Ship Area} = B \times D \times C_m$$

Dari rumusan tersebut maka didapatkan koefisien midship pada skenario satu adalah 0.99923

3. Koefisien Pramatik

Koefisien prismatic merupakan perbandingan antara koefisien midship dengan koefisien balok maka dapat dirumuskan sebagai berikut

$$C_p = \frac{C_b}{C_m}$$

dari rumus tersebut dan perhitungan pada sub bab sebelumnya maka koefisien prismatic pada skenario muatan kapal satu adalah 0.9216

4.7 Perhitungan Stabilitas

Heel and trim dari sebuah kapal berkaitan dengan titik tengah dan titik buoyancy. Peralatan yang telah di gambarkan pada general arrangement di hitung berdasarkan berat dan lokasinya terhadap centerline.

Setelah diketahui berat peralatan lalu perhitungan dimulai dengan menggunakan rumus rumus pendekatan sebagai berikut

Jarak antara keel dengan titik tengah dari buoyancy;

$$\frac{KB}{T} = 0,9 - 0,3Cm - 0,1Cb$$

Karakteristik Metacenta

a. Transverse:

$$BM_t = I_t / \nabla$$

dimana;

$$I_t = \frac{C_i}{LB^3} \text{ with } C_i = 0,1216Cwp - 0,0410$$

dan

$$GM_t = KB + BM_t - KG$$

b. Longitudinal:

$$BM_l = I_l / \nabla$$

dimana;

$$I_l = \frac{C_{il}}{LB^3}$$

$$C_{il} = 0,350Cwp^2 - 0,405Cwp + 0,146$$

dan

$$GM_l = KB + BM_l - KG$$

Lalu trim dan heel dari kapal dapat dihitung dengan rumus berikut ;

$$trim = Ta - Tf = \frac{(LCG - LCB).L}{GMI}$$

Perhitungan GZ

Untuk sudut kecil

$$GZ = GM \times \sin \theta$$

Untuk sudut besar

$$GZ = (GM + \frac{1}{2} \times BM \times \tan^2 \theta) \times \sin \theta$$

Tabel 4.35 : Perhitungan GZ Terhadap Stabilitas Kapal

No	Angles [°]	GZ (LWT+Ballast) [mm]	GZ (LWT+DWT) [mm]
1	0	0	0
2	5	1520	1363
3	10	3025	2712
4	15	4486	2979
5	20	5839	4022
6	25	6949	4479
7	30	7546	4621
8	35	7087	3573

Berdasarkan Regulasi BKI hasil dari karakteristik hidrostatik kapal dapat di komparasi dengan peraturan yang telah terangkum pada tabel 4.36 dan 4.37.

Tabel 4. 36 : Perbandingan Hasil dengan Standart

No	Regulation	Conditions
1	<i>The righting lever GZ is to be at least 0.20 m at an angle of heel equal to or greater than 30°. (IS Code 2008 A,2.2.2)</i>	<i>Accept</i>
2	<i>The maximum righting arm is to occur at an angle of heel not less than 25 °. (IS Code 2008 A,2.2.3)</i>	<i>Accept</i>

Tabel 4. 37 : Lanjutan Perbandingan Hasil dengan Standart

No	Regulation	Conditions
3	<i>The initial metacentric height GM_0 is not to be less than 0.15 m</i> <i>(IS Code 2008 A,2.2.3)</i>	Accept
4	<i>The validity of such damage stability calculation is restricted to an operational trim of $\pm 0.5\%$ of the ship's length L.</i> <i>(0,4875 m).</i> <i>(MSC.Res216(82), Reg. 5-1.3, 7.2)</i>	Accept

4.8 Perencanaan Fire Plan

Alat pemadam kebakaran pada sebuah kapal memiliki peran yang sangat besar. Fungsi dari alat pemadam kebakaran adalah :

1. Mencegah terjadinya kebakaran dan ledakan.
2. Mengurangi resiko kematian atau kecelakaan karena kebakaran.
3. Mencegah resiko kerusakan oleh kebakaran pada kapal, muatan, dan lingkungan.
4. Menahan, mengendalikan, mematikan kebakaran dan ledakan pada ruangan.
5. Menyediakan media evakuasi untuk penumpang dan crew yang layak.

Berdasarkan fungsi di atas, dilihat bahwa dengan fungsi yang sangat vital bagi kelangsungan operasi kapal di saat kritis maka perencanaan alat pemadam kebakaran tidak boleh sembarangan. Perencanaan alat pemadam kebakaran yang ada pada kapal harus mengacu pada peraturan yang berlaku. Dalam penentuan jumlah, jenis dan peletakan peralatan pemadam kebakaran, peraturan yang ada pada BKI merujuk pada SOLAS. Sehingga pada dokumen ini semua perencanaan didesain berdasarkan SOLAS 2004.

4.13.1 Deskripsi ruangan

Sebelum menginjak pada penentuan jumlah dan peletakan alat pemadam kebakaran, akan dijelaskan terlebih dahulu istilah-istilah yang terdapat pada SOLAS 2004 yang nantinya berguna untuk perencanaan peletakan alat pemadam kebakaran.

Adapun istilah-istilah yang terdapat pada SOLAS 2004 adalah :

1. Kelas A (A Class Division):

Konstruksi Divisi Klas A diusahakan mampu untuk mencegah perjalanan/lintasan asap dan nyala api dalam waktu 1 jam standar pengujian api (standard fire test).

Pembagian ruangan yang terbentuk oleh sekat-sekat dan dek-dek yang memenuhi criteria sbb:

- a. Kontruksi terbuat dari baja atau material yang memiliki sifat yang sama.
- b. Material tersebut cukup kuat dan kaku.
- c. Dilapisi (insulated) dengan material yang tidak mudah terbakar sehingga rata-rata suhu pada sisi yang tidak terbukti akan mencapai suhu lebih dari 140°C dari suhu asli, atau tidak akan naik lebih dari 180°C dari suhu asli, dalam jangka waktu tertentu, seperti dibawah ini:
 - A-60 : 60 menit
 - A-30 : 20 menit
 - A-15 : 15 menit
 - A-0 : 0 menit

2. Divisi Kelas B (B Class Division)

Pembagian ruangan yang terbentuk oleh sekat-sekat dan dek-dek yang memenuhi criteria sbb:

- a. Kontruksinya di terima sebagai material yang tidak mudah terbakar dan semua material yang digunakan dalam kontruksi dan pembangunan “B Class Division” merupakan material yang tidak mudah terbakar, dengan pengecualian veneer/pelapis yang mudah terbakar mungkin diijinkan, jika memenuhi persyaratan.
- b. Kontruksi tersebut memiliki nilai isolasi (pelapis) sehingga rata-rata temperature pada bagian yang tidak terbuka tidak mengalami kenaikan lebih dari 140°C diatas suhu asli atau temperature pada bagian sambungan tidak akan naik lebih dari 225°C diatas temperatur asli, dalam jangka waktu sebagai berikut:
 - Class B-15 : 15 menit
 - Class B-0 : 0 menit

3. C Class Division

Kelas yang konstruksinya berasal dari material yang tidak mudah terbakar. Tidak ada persyaratan untuk jalan asap dan nyala api dan tidak ada pembatasan terhadap kenaikan temperatur.

4. Accomadation Space (Ruang Akomodasi)
Semua ruangan yang digunakan untuk ruang publik, koridor (gang), kantor, rumah sakit, bioskop, ruang bermain dan hobbi, ruang cukur, pantry yang tidak berisialat-alat memasak dan ruang yang sepadan.
5. Atrium
Ruang umum (public space) dalam satu zona vertical utama yang merentang tiga atau lebih dek yang terbuka (open decks)
6. Cargo area
Bagian kapal yang terdiri dari cargo hold, cargo tank, slop tank dan ruang pompa muatan (cargo pump-room) termasuk pump room, cofferdam, ballast dan void space (ruang kosong) yang berdampingan dengan cargo tank dan juga area dek sepanjang keseluruhan panjang dan lebar bagian kapal pada ruangan-ruangan yang disebutkan diatas.
7. Cargo space
Ruang yang digunakan untuk muatan (cargo), muatan tangki minyak, tanki untuk muatan cair yang lain dan tempat barang pada ruangan tsb.
8. Central control station
Stasiun pengendali (control station) dimana fungsi indikasi dan pengendali yang tercantum di bawah ini terpusatkan:
 1. Fire Detection dan fire alarm system yang tetap
 2. Automatic sprinkler, fire detection dan fire alarm system
 3. Panel-panel indicator pintu api (fire door)
 4. Panel indicator pintu kedap air
 5. Watertight door closures
 6. Ventilation fans
 7. General/fire alarm
 8. Sistem komunikasi
 9. Microphone
10. Machinery Spaces (ruang-ruang permesinan)
Ruang-ruang permesinan kategori A dan ruang lain yang berisi permesinan penggerak, boiler, unit minyak bahan bakar (oil fuel unit), steam dan internal combustion engine, generator dan permesinan listrik utama, stasiun pengisian bahan bakar, pendinginan, ventilasi, permesinan air conditioning.
11. Machinery Space Category A (ruang permesinan kategori A)
Ruangan yang berisi:
 - Internal Combustion Machinery untuk penggerak utama
 - Internal Combustion Machinery selain penggerak utama yang memiliki daya tidak kurang dari 375 kw
 - Terdapat oil fired boiler atau oil fuel unit atau oil fire equipment selain boiler, misal incenerator, inert gas generator etc

12. Service spaces

Ruangan-ruang yang digunakan untuk galley, pantry yang berisi peralatan masak, locker, mail dan ruang penyimpanan, bengkel, semua ruangan kecuali ruangan yang digunakan untuk ruang permesinan.

4.13.2 Peralatan Pemadam Kebakaran

Adapun penjelasan untuk item fire plan yang terdapat pada gambar di atas adalah :

1) Fire Alarm

Untuk pemasangan fire alarm pada kapal sudah dijelaskan oleh SOLAS Regulation 7 poin nomor 4. Berikut adalah cuplikan dari SOLAS 2004 :



Gambar 4.39 Fire Alarm Symbol

SOLAS 2004, Reg. 7

4 Protection of machinery spaces

4.1 Installation

A fixed fire detection and fire alarm system shall be installed in:

.1 periodically unattended machinery spaces; and

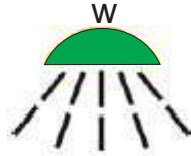
.2 machinery spaces where:

.2.1 the installation of automatic and remote control systems and equipment has been approved in lieu of continuous manning of the space; and

.2.2 the main propulsion and associated machinery, including the main sources of electrical power, are provided with various degrees of automatic or remote control and are under continuous manned supervision from a control room.

Berdasarkan peraturan di atas, peletakan *fixed fire detection dan fire alarm system* di desain di letakkan di ruangmesin, ruang akomodasi, ruang servis dan ruang kontrol.

2) Sprinkler



Gambar 4.40 Sprinkler Symbol

SOLAS, Reg 7

5.5.2 Method IIC – An automatic sprinkler, fire detection and fire alarm system of an approved type complying with the relevant requirements of the Fire Safety Systems Code shall be so installed and arranged as to protect accommodation spaces, galleys and other service spaces, except spaces which afford no substantial fire risk such as void spaces, sanitary spaces, etc.

In addition, a fixed fire detection and fire alarm system shall be so installed and arranged as to provide smoke detection in all corridors, stairways and escape routes within accommodation spaces.

Dari regulasi 7 poin 5.5.2, peraturan untuk peletakan sprinkler adalah dipasang di ruang akomodasi ,dapur dan ruang servis lainnya.

3) Smoke detector and Flame Detector



Gambar 4.41 Smoke and flame detector Symbol

SOLAS, Reg 7

5.1 Smoke detectors in accommodation spaces

Smoke detectors shall be installed in all stairways, corridors and escape routes within accommodation spaces as provided in paragraphs 5.2, 5.3 and

5.4. Consideration shall be given to the installation of special purpose smoke detectors within ventilation ducting.

5.5 Cargo ships

Accommodation and service spaces and control stations of cargo ships shall be protected by a fixed fire detection and fire alarm system and/or an automatic sprinkler, fire detection and fire alarm system as follows, depending on a protection method adopted in accordance with regulation 9.2.3.1.

5.5.1 Method IC – A fixed fire detection and fire alarm system shall be so installed and arranged as to provide smoke detection in all corridors, stairways and escape routes within accommodation spaces.

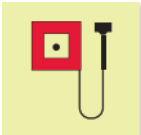
Sesuai dengan regulasi 7 poin 5.1 dan 5.5.1 (untuk kapal tanker) maka untuk desain peletakan smoke detector diletakkan di semua tangga, koridor dan rute evakuasi. Kecuali pada smoking room di disain menggunakan flame detector. Hal ini dikarenakan apabila di smoking room menggunakan smoke detector tidak akan efektif untuk mendeteksi adanya tanda bahaya kebakaran.

Tabel 4.38 adalah ketentuan penggunaan smoke detector:

Tabel 4. 38 : Aturan penggunaan Detektor

Jenis detektor	Luas lantai maksimum setiap detektor	Jarak Maksimum antar pusat	Jarak maksimum dari sekat
Panas	37 m ²	9 m	4,5 m
Asap	74 m ²	11 m	5,5 m

4) *Manually Operated Call Points*



Gambar 4.42 manual *call point* Symbol

SOLAS, Reg 7

7 Manually operated call points

Manually operated call points complying with the Fire Safety Systems Code shall be installed throughout the accommodation spaces, service

spaces and control stations. One manually operated call point shall be located at each exit. Manually operated call points shall be readily accessible in the corridors of each deck such that no part of the corridor is more than 20 m from a manually operated call point.

Sesuai dengan *Regulation 7 poin 7, Manually Operated Call Points* harus dipasang pada *accommodation spaces, service spaces dan control stations*.

5) Hydrant



Gambar 4.43 Hydrant Symbol

SOLAS, Reg 4

2.1.5 Number and position of hydrants

2.1.5.1 The number and position of hydrants shall be such that at least two jets of water not emanating from the same hydrant, one of which shall be from a single length of hose, may reach any part of the ship normally accessible to the passengers or crew while the ship is being navigated and any part of any cargo space when empty, any ro-ro space or any vehicle space, in which latter case the two jets shall reach any part of the space, each from a single length of hose. Furthermore, such hydrants shall be positioned near the accesses to the protected spaces.

Berdasarkan regulasi 4 poin 5-5.1, hydrant yang digunakan tidak boleh digunakan untuk dua nozel yang sama. Peletakkannya juga harus di tempat yang mudah diakses.

SOLAS, Reg 4

2.3 Fire hoses and nozzles

2.3.1 General specifications

2.3.1.1 Fire hoses shall be of non-perishable material approved by the Administration and shall be sufficient in length to project a jet of water to any of the spaces in which they may be required to be used. Each hose shall be provided with a nozzle and the necessary couplings. Hoses specified in this chapter as 'fire hoses' shall, together with any necessary fittings and tools, be kept ready for use in conspicuous positions near the water service

Berdasarkan regulasi di atas, peraturan untuk panjang fire hoses berbeda-beda tiap deck tergantung dari posisinya. Untuk machinery spaces tidak lebih dari 15 m, other spaces dan open deck tidak lebih

dari 25 m, dan open deck dengan lebar maksimum 30 m tidak lebih dari 25 m.

6) Fire Plan



Gambar 4.44 Fire Plan Symbol

SOLAS, Reg 4

*2.4 Fire control plans**

2.4.1 General arrangement plans shall be permanently exhibited for the guidance of the ship's officers, showing clearly for each deck the control stations, the various fire sections enclosed by "A" class divisions, the sections enclosed by "B" class divisions together with particulars of the fire detection and fire alarm systems, the sprinkler installation, the fire-extinguishing appliances, means of access to different compartments, decks, etc., and the ventilating system, including particulars of the fan control positions, the position of dampers and identification numbers of the ventilating fans serving each section. Alternatively, at the discretion of the Administration, the aforementioned details may be set out in a booklet, a copy of which shall be supplied to each officer, and one copy shall at all times be available on board in an accessible position. Plans and booklets shall be kept up to date; any alterations thereto shall be recorded as soon as practicable. Description in such plans and booklets shall be in the language or languages required by the Administration. If the language is neither English nor French, a translation into one of those languages shall be included.

Berdasarkan regulasi 15 poin 2.4.1 disebutkan bahwa penempatan untuk fire plan harus di tempat yang mudah dilihat, keterangan gambar harus sesuai dengan bahasa Negara kapal tersebut berlayar, dan setiap ada pergantian pada fire plan maka harus dilakukan pergantian secepatnya.

7) Portable Fire Estinguisher



Gambar 4.45 Fire estinguisher Symbol

SOLAS, Reg 10

*3 Portable fire extinguishers**

3.1 Type and design

Portable fire extinguishers shall comply with the requirements of the Fire Safety Systems Code.

3.2 Arrangement of fire extinguishers

3.2.1 Accommodation spaces, service spaces and control stations shall be provided with portable fire extinguishers of appropriate types and in sufficient number to the satisfaction of the Administration. Ships of 1,000 gross tonnage and upwards shall carry at least five portable fire extinguishers.

3.2.2 One of the portable fire extinguishers intended for use in any space shall be stowed near the entrance to that space.

3.2.3 Carbon dioxide fire extinguishers shall not be placed in accommodation spaces. In control stations and other spaces containing electrical or electronic equipment or appliances necessary for the safety of the ship, fire extinguishers shall be provided whose extinguishing media are neither electrically conductive nor harmful to the equipment and appliances.

3.2.4 Fire extinguishers shall be situated ready for use at easily visible places, which can be reached quickly and easily at any time in the event of a fire, and in such a way that their serviceability is not impaired by the weather, vibration or other external factors. Portable fire extinguishers shall be provided with devices which indicate whether they have been used.

Sesuai dengan regulation 10 poin 3.1 dan 3.2, potable fire estinguisher harus ada pada kapal. Alat ini terletak pada ruang akomodasi, ruang servis dan ruang kontrol. Peletakannya harus di tempat yang mudah ditemukan. Namun khusus untuk pemadam dengan bahan CO2 tidak boleh digunakan di ruang akomodasi.

8) Door



Gambar 4.46 Door Symbol

SOLAS, Reg 9

4.2 Doors in fire-resisting divisions in cargo ships

4.2.1 The fire resistance of doors shall be equivalent to that of the division in which they are fitted, this being determined in accordance with the Fire Test Procedures Code. Doors and door frames in "A" class divisions shall be constructed of steel. Doors in "B" class divisions shall be non-combustible. Doors fitted in boundary bulkheads of machinery spaces of category A shall be reasonably gastight and self-closing. In ships constructed according to method IC, the Administration may permit the use of combustible materials in doors separating cabins from individual interior sanitary accommodation such as showers.

4.2.2 Doors required to be self-closing shall not be fitted with hold-back hooks. However, hold-back arrangements fitted with remote release devices of the fail-safe type may be utilized.

4.2.3 In corridor bulkheads, ventilation openings may be permitted in and under the doors of cabins and public spaces. Ventilation openings are also permitted in "B" class doors leading to lavatories, offices, pantries, lockers and store-rooms. Except as permitted below, the openings shall be provided only in the lower half of a door. Where such an opening is in or under a door, the total net area of any such opening or openings shall not exceed 0.05 m². Alternatively, a non-combustible air balance duct routed between the cabin and the corridor, and located below the sanitary unit, is permitted where the cross-sectional area of the duct does not exceed 0.05 m². Ventilation openings, except those under the door, shall be fitted with a grill made of non combustible material.

4.2.4 Watertight doors need not be insulated.

Berdasarkan SOLAS Reg 9 Poin 4.2 maka untuk penentuan jenis dari pintu yang harus digunakan disesuaikan dengan posisi dari pintu tersebut berada.

4.14 Perencanaan *Life Saving Appliance and Arrangement*

Life Saving appliances merupakan suatu perencanaan peralatan keselamatan jiwa serta tata susunannya sesuai dengan aturan yang berlaku. Dimana badan yang mengatur hal ini adalah SOLAS (*Safety of Life At Sea*). Peralatan keselamatan yang dimaksud adalah *safety equipment*. Pada dokumen ini akan dijelaskan pertimbangan rancangan peletakan *safety plan* yang akan dipasang pada kapal dalam tugas rencana umum ini. Dimana pada gambar rencana umum akan ditambahkan suatu simbol yang berisikan informasi mengenai peralatan keselamatan serta tata susunannya pada setiap deck. Sehingga diharapkan nantinya desainer dapat memberikan informasi *safety plan* yang dirancang dengan cepat dan tepat kepada *owner*, sehingga memiliki kualitas perancangan kapal yang baik.

Dalam *safety plan* ini digunakan kapal tanker. Adapun untuk aturan peletakannya berdasarkan pada SOLAS tahun 2004. Berikut ini simbol-simbol dalam *safety plan* yang berdasar pada IMO serta penjelasannya yang berdasar pada SOLAS.

International Maritime Organization atau IMO (Organisasi Maritim Internasional), didirikan pada tahun 1948 melalui PBB untuk mengkoordinasikan keselamatan maritime internasional dan pelaksanaannya. Dengan berpusat di London, Inggris, IMO mempromosikan kerja-sama antar-pemerintah dan antar-industri pelayaran untuk meningkatkan keselamatan maritime dan untuk mencegah polusi air laut.

Sedangkan Konvensi Internasional SOLAS adalah perjanjian/konvensi paling penting untuk melindungi keselamatan kapal dagang. Versi pertama di terbitkan pada tahun 1914 sebagai akibat tenggelamnya kapal RMS Titanic. Dimana diatur mengenai ketentuan tentang jumlah sekoci/rakit penolong dan perangkat keselamatan lain serta peralatan yang dibutuhkan dalam prosedur penyelamatan, termasuk ketentuan untuk melaporkan posisi kapal melalui radio komunikasi. Dan sejak pertama sekali ditetapkan dilakukan beberapa perubahan atau amandemen 1929, 1948, 1960, dan 1974.

Konvensi Internasional SOLAS 1974 diratifikasi oleh Pemerintah Republik Indonesia pada tanggal 17 Desember 1980 dengan Keputusan Presiden Nomor 65 Tahun 1980. Kemudian pada tanggal 12 Desember 2002, Konferensi Diplomatik yang dilaksanakan oleh Maritime Safety Committee dari IMO mengadopsi amandemen. Konvensi Internasional SOLAS yang dikenal dengan sebutan International Ship and Port Facility Security (ISPS) Code, 2002.

4.14.1 Simbol pada *Safety Plan*

Dalam merencanakan suatu pertimbangan peletakan alat-alat keselamatan yang dibutuhkan pada safety plan, maka dibutuhkan symbol pada tiap-tiap komponen safety plan. Adapun penjelasan tiap-tiap komponen pada fireplan dijelaskan dalam SOLAS 2004 Chapter III. Berikut adalah simbol-simbol fireplan beserta regulasinya.

1. Emergency Escape Breathing Device (EEBD)



Gambar 4.47 EEBD Symbol

SOLAS Ch-II/I Part D Regulation 3.4 Berdasarkan aturan tersebut menyebutkan bahwa:

- Harus membawa minimal 2 untuk ruang akomodasi
- Selain itu diletakkan di dalam ruangan kamar mesin
- Peletakkan EEBD harus pada lokasi yang mudah terlihat
- Jumlahnya tergantung jumlah orang yang bekerja di kamarmesin

2. *Life Bouy (With line, With light, With light and signal smoke)*



Gambar 4.48 Lifebouy Symbol

SOLAS CH. III Regulation 7-1.1, 7-1.2, 7-1.4 & Regulation 32-1.1

1 Lifebuoys

1.1 Lifebuoys complying with the requirements of paragraph 2.1.1 of the Code shall be:

.1 so distributed as to be readily available on both sides of the ship and as far as practicable on all open decks extending to the ship's side; at least one shall be placed in the vicinity of the stern; and

.2 so stowed as to be capable of being rapidly cast loose, and not permanently secured in any way.

1.2 At least one lifebuoy on each side of the ship shall be fitted with a buoyant lifeline complying with the requirements of paragraph 2.1.4 of

the Code equal in length to not less than twice the height at which it is stowed above the waterline in the lightest seagoing condition, or 30 m, whichever is the greater.

1.3 Not less than one half of the total number of lifebuoys shall be provided with lifebuoy self-igniting lights complying with the requirements of paragraph 2.1.2 of the Code; not less than two of these shall also be provided with lifebuoy self-activating smoke signals complying with the requirements of paragraph 2.1.3 of the Code and be capable of quick release from the navigation bridge; lifebuoys with lights and those with lights and smoke signals shall be equally distributed on both sides of the ship and shall not be the lifebuoys provided with lifelines in compliance with the requirements of paragraph 1.2.

1.4 Each lifebuoy shall be marked in block capitals of the Roman alphabet with the name and port of registry of the ship on which it is carried.

1 Lifebuoys

1.1 A passenger ship shall carry not less than the number of lifebuoys complying with the requirements of regulation 7.1 and section 2.1 of the Code prescribed in the following table:

<i>Legth of ship in metres</i>	<i>Minimum number of lifebuoys</i>
<i>Under 60</i>	<i>8</i>
<i>60 and under 120</i>	<i>12</i>
<i>120 and under 180</i>	<i>18</i>
<i>180 and under 240</i>	<i>24</i>
<i>240 and over</i>	<i>30</i>

Berdasarkan Tabel 4.39 dapat dilihat bahwa aturan pemasangan lifebuoy adalah sebagai berikut:

1. Panjang kapal < 100 m, jumlah lifebuoy minimal = 8
 Panjang kapal 100 -150 m, jumlah lifebuoy minimal = 10
 Panjang kapal 150-200 m, jumlah lifebuoy minimal = 12
 Panjang kapal >200 m, jumlah lifebuoy minimal = 14
2. Minimal pada tiap sisi kapal dipasang 1 buah lifebuoy dengan tali
3. Minimal setengah dari total lifebuoy harus dilengkapi dengan lampu
4. Minimal dipasang 2 lifebuoy yang dilengkapi dengan sinyal asap.
5. Lifebuoy-lifebuoy tersebut harus diletakkan merata di tiap sisi kapal.

6. Pada lifebuoy harus di berikan tulisan kapal.

3. Life Raft



Gambar 4.48 Life Raft Symbol

SOLAS CH III Regulation 31-1.1.2, 31-1.4

1 Survival craft

1.1 Cargo ships shall carry:

.1 one or more totally enclosed lifeboats complying with the requirements of section 4.6 of the Code of such aggregate capacity on each side of the ship as will accommodate the total number of persons on board; and

.2 in addition, one or more inflatable or rigid liferafts, complying with the requirements of section 4.2 or 4.3 of the Code, stowed in a position providing for easy side-to-side transfer at a single open deck level, and of such aggregate capacity as will accommodate the total number of persons on board. If the liferaft or liferafts are not stowed in a position providing for easy side-to-side transfer at a single open deck level, the total capacity available on each side shall be sufficient to accommodate the total number of persons on board.

1.4 Cargo ships where the horizontal distance from the extreme end of the stem or stern of the ship to the nearest end of the closest survival craft is more than 100 m shall carry, in addition to the liferafts required by paragraphs 1.1.2 and 1.2.2, a liferaft stowed as far forward or aft, or one as far forward and another as far aft, as is reasonable and practicable. Such liferaft or liferafts may be securely fastened so as to permit manual release and need not be of the type which can be launched from an approved launching device.

Berdasarkan peraturan SOLAS 2004 di atas, dapat disimpulkan bahwa untuk peletakan life raft sebagai berikut:

1. Life raft harus mengakomodasi seluruh awak kapal.

2. Diletakkan di sisi kapal.
3. Life raft harus dalam kondisi baik dan aman.

4. Embarkation Ladder



Gambar 4.49 Embarkation Ladder Symbol

Solas CH III Part B Regulation 12 – 7

7 An embarkation ladder complying with the requirements of paragraph 6.1.6 of the Code extending, in a single length, from the deck to the waterline in the lightest seagoing condition under unfavourable conditions of trim of up to 10 and a list of up to 20 either way shall be provided at each embarkation station or at every two adjacent embarkation stations for survival craft launched down the side of the ship. However, the Administration may permit such ladders to be replaced by approved devices to afford access to the survival craft when waterborne, provided that there shall be at least one embarkation ladder on each side of the ship. Other means of embarkation enabling descent to the water in a controlled manner may be permitted for the liferafts required by regulation 31.1.4.

Berdasarkan peraturan SOLAS 2004 di atas, dapat disimpulkan bahwa untuk peletakan embarkation ladder adalah :

- Minimal satu embarkation ladder tiap sisi kapal

5. Life Jacket



Gambar 4.50 Life Jacket Symbol

SOLAS CH III Regulation 7 – 2

2 Lifejackets

2.1 A lifejacket complying with the requirements of paragraph 2.2.1 or

2.2.2 of the Code shall be provided for every person on board the ship and, in addition:

.1 a number of lifejackets suitable for children equal to at least 10% of the number of passengers on board shall be provided or such greater number as may be required to provide a lifejacket for each child; and

.2 a sufficient number of lifejackets shall be carried for persons on watch and for use at remotely located survival craft stations. The lifejackets carried for persons on watch should be stowed on the bridge, in the engine control room and at any other manned watch station.

2.2 Lifejackets shall be so placed as to be readily accessible and their position shall be plainly indicated. Where, due to the particular arrangements of the ship, the lifejackets provided in compliance with the requirements of paragraph 2.1 may become inaccessible, alternative provisions shall be made to the satisfaction of the Administration which may include an increase in the number of lifejackets to be carried.

2.3 The lifejackets used in totally enclosed lifeboats, except free-fall lifeboats, shall not impede entry into the lifeboat or seating, including operation of the seat belts in the lifeboat.

2.4 Lifejackets selected for free-fall lifeboats, and the manner in which they are carried or worn, shall not interfere with entry into the lifeboat, occupant safety or operation of the lifeboat.

Berdasarkan peraturan SOLAS 2004 di atas, dapat disimpulkan bahwa untuk peletakan dan jumlah life jacket sebagai berikut:

1. Jumlah dari life jacket minimal harus mengakomodasi jumlah dari awak kapal.
2. Life jacket diletakkan di tempat yang mudah diakses dan mudah dilihat

6. Two way VHF radiotelephon apparatus



Gambar 4.51 Two way VHF Radio Symbol

SOLAS CH III Part B Regulation 6-2.1

2.1 Two-way VHF radiotelephone apparatus

2.1.1 At least 3 two-way VHF radiotelephone apparatus shall be provided on every passenger ship and on every cargo ship of 500 gross

*tonnage and upwards. At least 2 two-way VHF radiotelephone apparatus shall be provided on every cargo ship of 300 gross tonnage and upwards but less than 500 gross tonnage. Such apparatus shall conform to performance standards not inferior to those adopted by the Organization. * If a fixed two-way VHF radiotelephone apparatus is fitted in a survival craft it shall conform to performance standards not inferior to those adopted by the Organization.**

2.1.2 Two-way VHF radiotelephone apparatus provided on board ships prior to 1 February 1992 and not complying fully with the performance standards adopted by the Organization may be accepted by the Administration until 1 February 1999 provided the Administration is satisfied that they are compatible with approved two-way VHF radiotelephone apparatus.

Berdasarkan SOLAS jumlah two way VHF telephone radio sebagai berikut:

- Minimal pada kapal kargo lebih dari 500 GT harus disediakan 3 portabel radio.
- Pada kapal kargo antara 300 GT-500 GT minimal disediakan 2 portabel radio.

7. Radar Transponders



Gambar 4.52 Radar Transponders Symbol
SOLAS CH III Part B Regulation 6 – 2.2

2.2 Radar transponders

*At least one radar transponder shall be carried on each side of every passenger ship and of every cargo ship of 500 gross tonnage and upwards. At least one radar transponder shall be carried on every cargo ship of 300 gross tonnage and upwards but less than 500 gross tonnage. Such radar transponders shall conform to performance standards not inferior to those adopted by the Organization. * The radar transponders shall be stowed in such locations that they can be rapidly placed in any survival craft other than the liferaft or liferafts required by regulation 31.1.4. Alternatively one radar transponder*

shall be stowed in each survival craft other than those required by regulation 31.1.4. On ships carrying at least two radar transponders and equipped with free-fall lifeboats one of the radar transponders shall be stowed in a free-fall lifeboat and the other located in the immediate vicinity of the navigation bridge so that it can be utilized on board and ready for transfer to any of the other survival craft.

Berdasarkan peraturan SOLAS 2004 di atas, dapat disimpulkan bahwa untuk peletakan dan jumlah 2 way VHF Radio Telephone sebagai berikut:

1. Di tiap sisi kapal dengan GT lebih dari 500, minimal disediakan satu radar transponder.
2. Radar transponder diletakkan di tiap kapal penyelamat (survival boat).

8. Line Throwing Appliances



Gambar 4.53 Line Throwing Symbol

SOLAS CH III Part B Regulation 18

Regulation 18

Line-throwing appliances

A line-throwing appliance complying with the requirements of section 7.1 of the code shall be provided.

Dari regulasi dapat dilihat bahwa aturan line throwing appliance sebagai berikut:

1. Line throwing appliances atau alat pelontar tali harus disediakan pada kapal.

9. EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacon)



Gambar 4.54 EPIRB Symbol

SOLAS CH IV Regulation 7

4 In passenger ships, a distress panel shall be installed at the conning position. This panel shall contain either one single button which, when pressed, initiates a distress alert using all radiocommunication installations required on board for that purpose or one button for each individual installation. The panel shall clearly and visually indicate whenever any button or buttons have been pressed. Means shall be provided to prevent inadvertent activation of the button or buttons. If the satellite EPIRB is used as the secondary means of distress alerting and is not remotely activated, it shall be acceptable to have an additional EPIRB installed in the wheelhouse near the conning position.

1. Diletakkan di posisi paling atas kapal.
 2. Tambahan EPIRB diperbolehkan dipasang di ruangnavigasi
10. Rocket parachute



Gambar 4.55 Rocker Parachute Symbol

SOLAS CH III Regulation 6-3

3 Distress flares

Not less than 12 rocket parachute flares, complying with the requirements of section 3.1 of the Code, shall be carried and be stowed on or near the navigation bridge.

Dari regulasi diatas dapat dilihat bahwa aturan pemasangan rocket parachute flare adalah sebagai berikut:

1. Minimal pada kapal harus ada 12 buah rocket parachute flares.
2. Diletakkan di dekat deck navigasi.

11. Exit left & Right

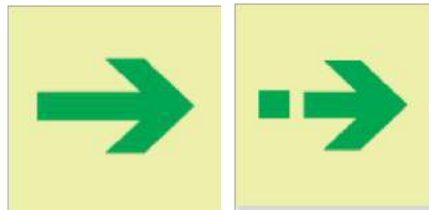


Gambar 4.56 Exit left & Right Symbol

Dalam peraturan SOLAS menyebutkan bahwa:

1. Diletakkan di dalam dan didekat pintu keluar dek.

12. Escape Route



Gambar 4.57 Escape route Symbol

SOLAS CH II Reg 13 – 1

Means of escape

Purpose

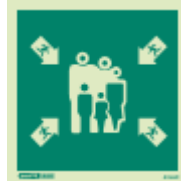
The purpose of this regulation is to provide means of escape so that persons on board can safely and swiftly escape to the lifeboat and liferaft embarkation deck. For this purpose, the following functional requirements shall be met:

- .1 safe escape routes shall be provided;*
- .2 escape routes shall be maintained in a safe condition, clear of obstacles; and*
- .3 additional aids for escape shall be provided as necessary to ensure accessibility, clear marking, and adequate design for emergency situations.*

Dari regulasi diatas dapat dilihat bahwa aturan pemasangan escape route adalah sebagai berikut:

1. Escape route harus disediakan.
2. Escape route harus dijaga dalam kondisi aman, bebas dari hambatan

13. Muster Station



Gambar 4.58 Muster station Symbol

SOLAS CH III Part B Regulation 12-2,3,4

2 Muster stations shall be provided close to the embarkation stations.

Each muster station shall have sufficient clear deck space to accommodate all persons assigned to muster at that station, but at least 0.35 m² per person.

3 Muster and embarkation stations shall be readily accessible from accommodation and work areas.

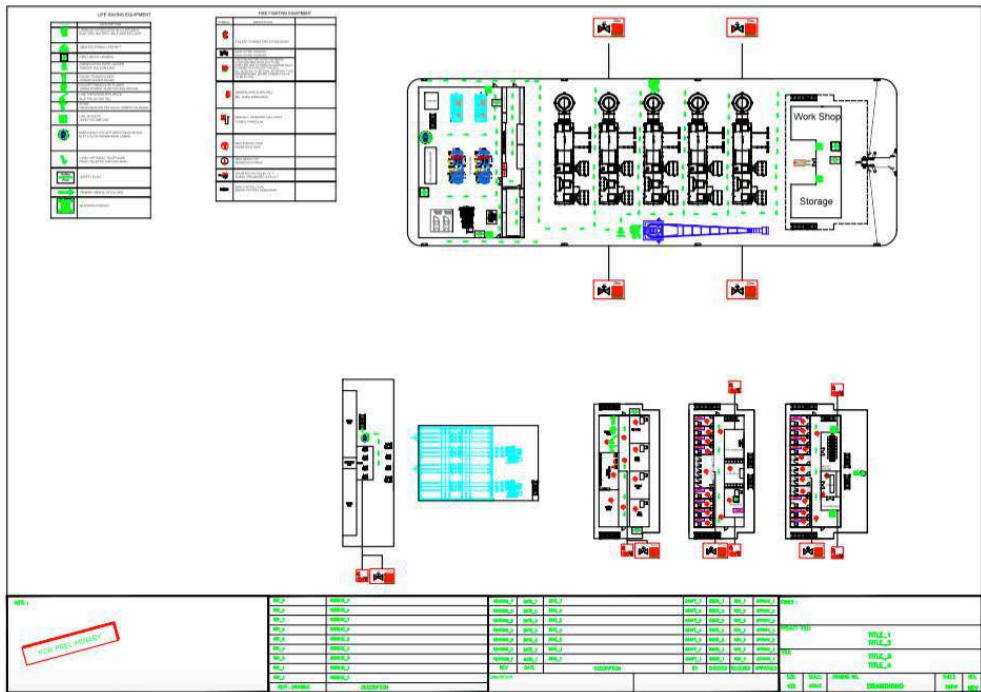
4 Muster and embarkation stations shall be adequately illuminated by lighting supplied from the emergency source of electrical power required by regulation II-1/42 or II-1/43, as appropriate.

Berdasarkan peraturan SOLAS 2004 di atas, dapat disimpulkan bahwa untuk peletakan muster station adalah :

1. Harus dekat dengan embarkation station.
2. Mempunyai ruang yang cukup untuk menampung seluruh awak kapal.
3. Muster station harus diberikan penerangan yang cukup.

4.9 Penggambaran Fire & Safety Plan

Penggambaran safety plan berdasarkan hal hal yang terdapat pada sub bab 4.13 dan 4.14 mengenai perencanaan *Fire Plan & Safety Plan* dengan demikian hasil penggambaran dapat dilihat pada gambar 4.59



Gambar 4. 59 : Fire And Safety Plan

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan yang telah di jelaskan pada bab sebelumnya, maka tugas akhir ini dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Ukuran utama kapal optimal pada desain kali ini adalah

Table 5.1 Ukuran Utama Kapal

Principle Dimension			
No	Object	Unit	Nilai
1	L	m	88.
2	B	m	30.
3	D	m	3,908
4	H	m	5.5
5	Cb		0,921
6	Cp		0,921669
7	Cm		0,9999232
8	Δ	Ton	10575.048
9	∇	m^3	10317.12
10	LWT	Ton	3332.802
11	DWT	Ton	5652.849

2. Perencanaan sistem bantu bahan bakar pada turbin dilakukan dengan menggunakan project guide, terdapat dua buah sistem bahan bakar yang di rancang yaitu bahan bakar gas dan bahan bakar liquid dengan sistem yang berbeda, pada bahan bakar gas sistem akan terkoneksi dengan mini fsru di luar sistem, sedangkan bahan bakar liquid di rancang di mulai dari tangki bahan bakar utama meunuju tanki *service* yang dapat menampung kebutuhan operasi selama 10 jam lalu masuk ke sebuah fasilitas treatment bahan bakar dan pada akhirnya masuk kedalam sistem bahan bakar pada turbin. Hasil penggambaran dan perhitungan dapat dilihat pada lampiran 2 Sistem Bahan Bakar.

Perencanaan sistem bantu lubrikasi pada turbin dirancang berdasarkan project guide solar turbine titan 130, Turbin ini memiliki sistem tersendiri dalam melumasi sistem turbin. Maka sistem yang dirancang pada desain ini adalah perancangan sistem sirkulasi lubrikasi untuk memperpanjang umur dari minyak lubrikasi sekaligus untuk

mempermudah pengisian dan pembuangan dari Minyak lubrikasi. Penggambaran dan detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran 3 Sistem Lubrikasi.

3. Rancangan rencana umum di desain berdasarkan perhitungan dan perencanaan yang telah dihitung sebelumnya, rancangan ini dapat dilihat pada lampiran 1 *General Arrangement* dan *Fire And Safety Plan*. Rencana keselamatan didapatkan setelah perancangan rencana umum telah terselesaikan, rencana keselamatan dibuat berdasarkan SOLAS 2004, hasil rancangan ini dapat dilihat pada lampiran 1 *General Arrangement* dan *Fire And Safety Plan*.
4. Rencana stabilitas kapal dihitung dengan menghitung seluruh keperluan beban pada kapal, lalu dibandingkan dengan titik stabilitas kapal, hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. 2 : Perbandingan Hasil dengan Standart

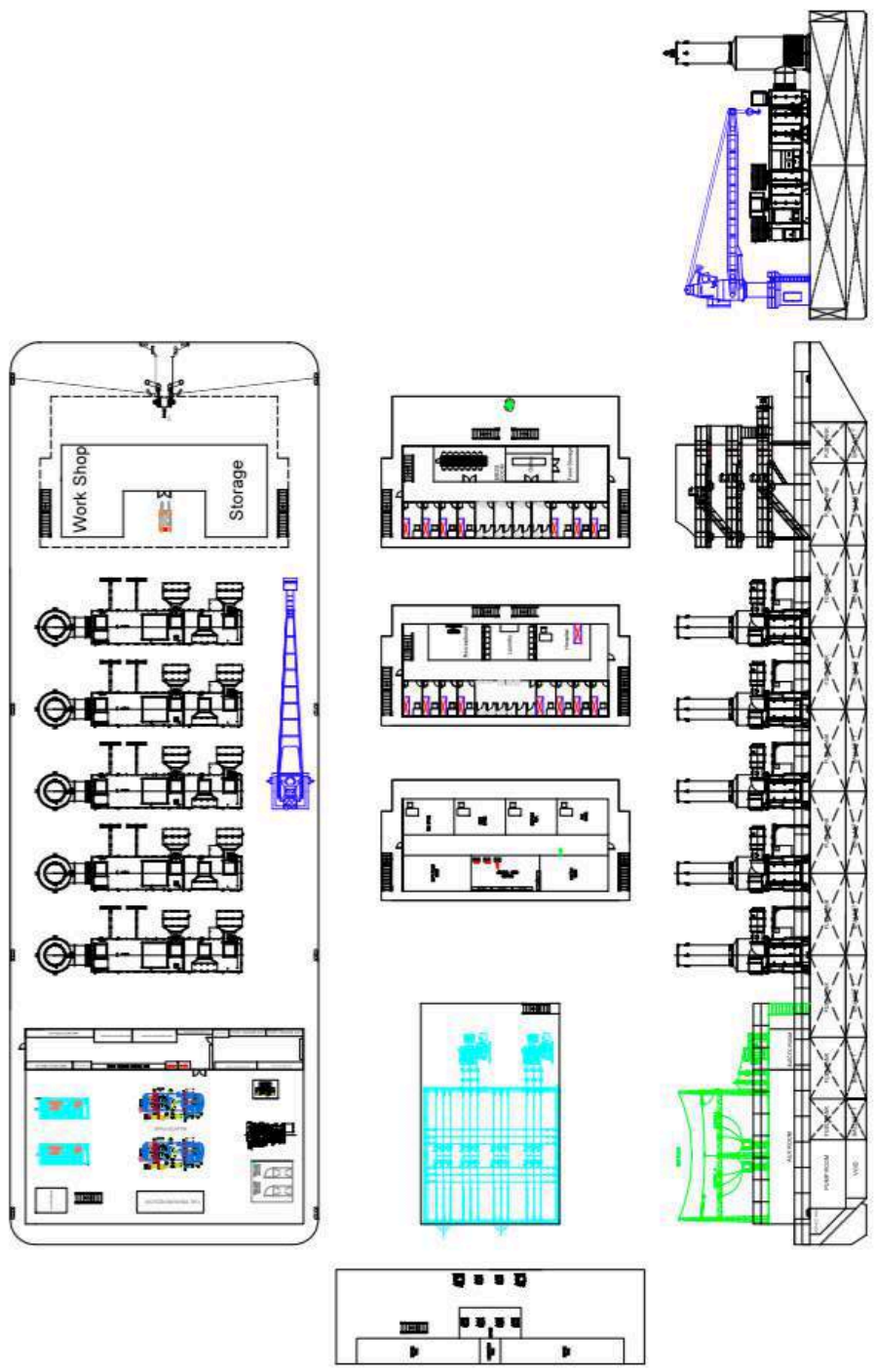
No	Regulation	Conditions
1	<i>The righting lever GZ is to be at least 0.20 m at an angle of heel equal to or greater than 30°. (IS Code 2008 A,2.2.2)</i>	<i>Accept</i>
2	<i>The maximum righting arm is to occur at an angle of heel not less than 25 °. (IS Code 2008 A,2.2.3)</i>	<i>Accept</i>
3	<i>The initial metacentric height GM_0 is not to be less than 0.15 m (IS Code 2008 A,2.2.3)</i>	<i>Accept</i>
4	<i>The validity of such damage stability calculation is restricted to an operational trim of $\pm 0.5\%$ of the ship's length L.(0,4875 m). (MSC.Res216(82), Reg. 5-1.3,7.2)</i>	<i>Accept</i>

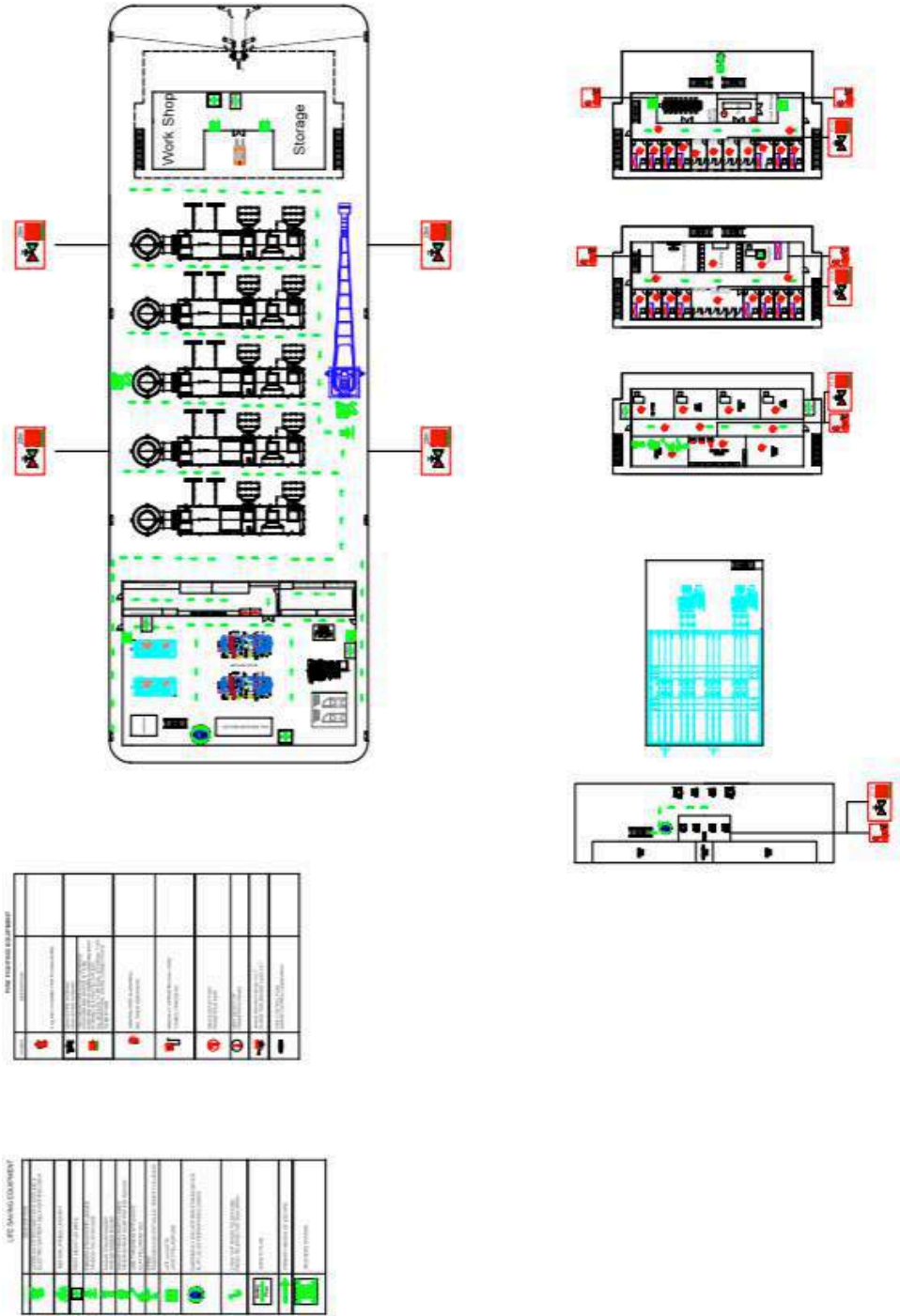
DAFTAR PUSTAKA

- American Bureau of Shipping. 2015. *Rules for building and classing Steel Barge*. Houston: American Bureau of Shipping.
- Alfa Laval.
- Hariyanto, Dimas. 2014. *Desain Power Plant Barge 20 MW Tenaga Gas Sebagai Unit Pembantu Wilayah Kabupaten Kepulauan Selayar Sulawesi Selatan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- IMO. 2016. *International Code of Safety for Ships using Gases or other Low-flashpoint Fuels(IGF Code)*, <URL:<http://www.lng-info.de>>.
- IMO Pump 3E Series Technical Data. *Technical Data IMO Pump*. Monroe, USA.
- IMO Pump 3D Series Technical Data. *Technical Data IMO Pump*. Monroe, USA.
- Iron Pump Type ON – ONV – ONT Catalogue. *Catalogue IRON Pump A/S*. Generatorvej, Herlev.
- Langston, Lee S. 1997. *Introduction to Gas Turbines for Non-Engineers*. Conneticut: University of Conneticut.
- Parsons, Michael G. 2001. *Chapter 11 Parametric Design*. Michigan: University of Michigan.
- PT.PLN (Persero). 2015. *Statistik PLN 2014*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero).
- PT.PLN (Persero). 2017. *RUPTL 2016 - 2025*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero).
- Paruna, Aldio 2016. *Conceptual Design of 100 MW LNG Mobile Power Plant* : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Solar Turbine Turbo Machinery Package Titan 130 AR Generator set, Solar Turbine San Diego.
- Maritime New Zealand. 2006. *Barge Stability Guidelines*. New Zealand: Maritime New Zealand.
- OCIMF. 2010. *International Safety Guide for Inland navigation Tank-barges and Terminals (ISGINTT)*. France: Central Commission for Navigation of the Rhine.
- Rawson, K. J.; Tupper, E. C. 2001. *Basic Ship Theory*, 5th Ed. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Schneekluth, H., Bertram V. 1998. *Ship Design for Efficiency and Economy*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Swedish Marine Technology Forum. *LNG Bunkering Ship to Ship Procedure*. Sweden: Swedish Marine Technology Forum.
- Derrett, D. R. ; Tupper, E. C. 2001. *Ship Stability for Masters and mates* 5th Ed. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 1. GA & SAFETY PLAN





SITE PLAN AND EQUIPMENT	
NO.	DESCRIPTION
1	1. Work Shop
2	2. Storage
3	3. Cement Silo
4	4. Cement Silo
5	5. Work Shop
6	6. Storage
7	7. Cement Silo
8	8. Cement Silo
9	9. Work Shop
10	10. Storage
11	11. Cement Silo
12	12. Cement Silo
13	13. Work Shop
14	14. Storage
15	15. Cement Silo
16	16. Cement Silo
17	17. Work Shop
18	18. Storage
19	19. Cement Silo
20	20. Cement Silo

SITE PLAN AND EQUIPMENT	
NO.	DESCRIPTION
1	1. Work Shop
2	2. Storage
3	3. Cement Silo
4	4. Cement Silo
5	5. Work Shop
6	6. Storage
7	7. Cement Silo
8	8. Cement Silo
9	9. Work Shop
10	10. Storage
11	11. Cement Silo
12	12. Cement Silo
13	13. Work Shop
14	14. Storage
15	15. Cement Silo
16	16. Cement Silo
17	17. Work Shop
18	18. Storage
19	19. Cement Silo
20	20. Cement Silo

Lampiran 2. Sistem Bahan bakar

1. Design Requirement

<i>Keyword</i>	<i>Reference</i>	<i>Design Requirement</i>
<i>General safety</i>	<i>GL I-1-2, Section 10, B.1.</i>	<i>Tanks and pipes are to be so located and equipped that fuel may not spread either inside the ship or on deck and may not be ignited by hot surfaces or electrical equipment. The tanks are to be fitted with air and overflow pipes as safeguards against overpressure, see Section 11, R</i>
<i>Distribution of fuel tanks</i>	<i>GL I-1-2, Section 10, B.2.1.1.</i>	<i>The fuel supply is to be stored in several tanks so that, even in the event of damage of one of the tanks, the fuel supply will not be lost entirely. On passenger ships and on cargo ships of 400 GT and over, no fuel tanks or tanks for the carriage of flammable liquids may be arranged forward of the collision bulkhead.</i>
<i>Location of fuel tanks</i>	<i>GL I-1-2, Section 10, B.2.1.3.</i>	<i>Fuel tanks are to be separated by cofferdams from tanks containing lubricating, hydraulic, thermal or edible oil as well as from tanks containing boiler feed water, condensate or drinking water. This does not apply to used lubricating oil which will not be used on board anymore</i>
<i>Location of</i>	<i>GL I-1-2, Section 10,</i>	<i>Fuel oil tanks adjacent to lubricating oil</i>

<i>fuel tanks</i>	<i>B.2.1.5.</i>	<i>circulating tanks are not permitted.</i>
<i>Location of fuel tanks</i>	<i>GL I-1-2, Section 10, B.2.2.2.</i>	<i>Fuel tanks shall be an integral part of the ship's structure. If this is not practicable, the tanks shall be located adjacent to an engine room bulkhead and the tank top of the double bottom. The arrangement of fuel tanks adjacent to cofferdams required by MARPOL I Reg. 12A is acceptable. The arrangement of free-standing fuel tanks inside engine rooms is to be avoided. Tank arrangements which do not conform to the preceding rules require the approval of GL.</i>
<i>Tank gauges</i>	<i>GL I-1-2, Section 10, B.3.3.1.</i>	<p><i>The following tank gauges are permitted:</i></p> <p><i>sounding pipes</i></p> <p><i>oil-level indicating devices (type approved)</i></p> <p><i>oil-level gauges with flat glasses and self-closing shut-off valves at the connections to the tank and protected against external damage</i></p>
<i>Fastening of appliances</i>	<i>GL I-1-2, Section 10, B.4.2.</i>	<i>Valves and pipe connections are to be attached to doubler flanges welded to the tank wall. Holes for attachment bolts are not to be drilled in the tank wall. Instead of doubler flanges, thick walled pipe stubs with flange connections may be welded into the tank walls.</i>
<i>Bunker lines</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.1.</i>	<i>The bunkering of fuel oils is to be effected by means of permanently installed lines either from the open deck or from bunkering stations located below deck which are to be isolated from other spaces. Bunker stations are to be so arranged that the bunkering can be performed from both sides of the ship</i>

		<i>without danger. This requirement is considered to be fulfilled where the bunkering line is extended to both sides of the ship. The bunkering lines are to be fitted with blind flanges on deck.</i>
<i>Tank shutoff devices</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.2.1.</i>	<p><i>Filling and suction lines from storage, settling and service tanks situated above the double bottom and from which in case of their damage fuel oil may leak, are to be fitted directly on the tanks with shut-off devices capable of being closed from a safe position outside the space concerned.</i></p> <p><i>In the case of deep tanks situated in shaft or pipe tunnel or similar spaces, shut-off devices are to be fitted on the tanks. The control in the event of fire may be effected by means of an additional shut-off device in the pipe outside the tunnel or similar space. If such additional shut-off device is fitted in the machinery space it is to be operated from a position outside this space.</i></p>
<i>Tank shutoff devices</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.2.2.</i>	<p><i>Shut-off devices on fuel oil tanks having a capacity of less than 500 need not be provided with remote control.</i></p> <p>□</p>
<i>Filling lines</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.2.3.</i>	<i>Filling lines are to extend to the bottom of the tank. Short filling lines directed to the side of the tank may be admissible. Storage tank suction lines may also be used as filling lines.</i>
<i>Inlet and drain lines</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.2.6.</i>	<i>The inlet connections of suction lines are to be arranged far enough from the drains in the tank so that water and impurities which have settled out will not enter the suctions.</i>

<i>Pipe Layout</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.3.1.</i>	<i>Fuel lines may not pass through tanks containing feed water, drinking water, lubricating oil or thermal oil.</i>
<i>Pipe below engine room</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.4.5.</i>	<i>Pipes running below engine room floor need normally not to be screened.</i>
<i>Valve above floors</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.3.5.</i>	<i>Shut-off valves in fuel lines in the machinery spaces are to be operable from above the floor plates</i>
<i>Pipe material</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.3.6.</i>	<i>Glass and plastic components are not permitted in fuel systems. Sight glasses made of glass located in vertical overflow pipes may be permitted.</i>
<i>Shut off valves from pipe.</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.3.7.</i>	<i>Fuel pumps are to be capable of being isolated from the piping system by shut-off valves.</i>
<i>Requirement of transfer pump</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.4.2.</i>	<i>A fuel transfer pump is to be provided. Other service pumps may be used as back-up pump provided they are suitable for this purpose.</i>
<i>Two fuel oil transfer</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.4.3.</i>	<i>At least two means of oil fuel transfer are to be provided for filling the service tanks.</i>
<i>Stand by pump</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.4.4.</i>	<p><i>Where a feed or booster pump is required to supply fuel to main or auxiliary engines, stand-by pumps are to be provided. Where pumps are attached to the engines, stand-by pumps may be dispensed with for auxiliary engines.</i></p> <p><i>Fuel supply units of auxiliary diesel engine are to be designed such that the auxiliary</i></p>

		<p><i>engines start without aid from the emergency generator within 30 sec after black-out.</i></p>
<p><i>Stand by pump requirement</i></p>	<p><i>GL I-1-2, Section 11, G.4.5.</i></p>	<p><i>Fuel oil pumps referred to in G.4.4 shall</i></p> <p><i>a) be suitable for marine fuels with a sulphur content not exceeding 0.1 % m/m and minimum viscosity of 2 cSt at the required capacity for normal operation of the propulsion machinery or</i></p> <p><i>b) when fuel oil pumps as in a) need to be operated in parallel in order to achieve the required capacity for normal operation of propulsion machinery, one additional third fuel oil pump shall be provided. The additional pump shall, when operating in parallel with one of the pumps in a), be suitable for and capable of delivering marine fuels with a sulphur content not exceeding 0.1 % m/m and minimum viscosity of 2 cSt at the required capacity for normal operation of the propulsion machinery. Where fuel oil pumps referred to in G.4.4 are not suitable for marine fuels with a sulphur content not exceeding 0.1 % m/m and minimum viscosity of 2 cSt at the required capacity for normal operation of the propulsion machinery, two separate oil fuel pumps shall be provided, each capable and suitable for marine fuels with a sulphur</i></p> <p><i>content not exceeding 0.1% m/m and minimum viscosity of 2 cSt at the required capacity for normal operation of the propulsion machinery.</i></p> <p><i>Note 1</i></p> <p><i>If a marine distillate grade fuel with a</i></p>

		<p><i>different maximum sulphur content is specified by regulation for the area of operation of the ship (e.g., ECA, specific ports or local areas, etc.) then that maximum is to be applied.</i></p> <p><i>Note 2</i></p> <p><i>Automatic start capability of standby pumps is required independent of the pump arrangement for vessels holding the class notation for unattended machinery space.</i></p> <p><i>Note 3</i></p> <p><i>Where electrical power is required for the operation of propulsion machinery, the requirements are also applicable for machinery for power generation when such machinery is supplied by common fuel supply pumps.</i></p>
<i>Emergency Shut-down devices</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.4.6.</i>	<i>For emergency shut-down devices, see Section 12, B.9</i>
<i>Shut off devices</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.6.1.</i>	<i>On cargo ships of 500 GT or above and on all passenger ships for plants with more than one engine, shut-off devices for isolating the fuel supply and overproduction/recirculation lines to any engine from a common supply system are to be provided. These valves are to be operable from a position not rendered inaccessible by a fire on any of the engines</i>
<i>Fuel filters</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.7.1.</i>	<i>Fuel oil filters are to be fitted in the delivery line of the fuel pumps.</i>
<i>Filters's</i>	<i>GL I-1-2,</i>	<i>Mesh size and filter capacity are to be in</i>

<i>mesh</i>	<i>Section 11, G.7.3.</i>	<i>accordance with the requirements of the manufacturer of the engine.</i>
<i>Filter requirement</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.7.4.</i>	<i>Uninterrupted supply of filtered fuel has to be ensured during cleaning of the filtering equipment. In case of automatic back-flushing filters it is to be ensured that a failure of the automatic backflushing will not lead to a total loss of filtration.</i>
<i>Filter back flush</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.7.5.</i>	<i>Back-flushing intervals of automatic back-flushing filters provided for intermittent back-flushing are to be monitored.</i>
<i>Filter pressure monitoring</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.7.6.</i>	<i>Fuel oil filters are to be fitted with differential pressure monitoring. On engines provided for operation with gas oil only, differential pressure monitoring may be dispensed with</i>
<i>Simplex filter</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.7.8.</i>	<i>Fuel transfer units are to be fitted with a simplex filter on the suction side.</i>
<i>Fuel oil arrangements</i>	<i>GL I-1-2, Section 2, G.3.1.</i>	<i>Fuel and lubricating oil filters which are to be mounted directly on the engine are not to be located above rotating parts or in the immediate proximity of hot components.</i>
<i>Purifiers</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.8.1.</i>	<i>Manufacturers of purifiers for cleaning fuel and lubricating oil are to be approved by GL.</i>
<i>Purifiers to sludge tank</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.8.3.</i>	<i>The sludge tanks of purifiers are to be fitted with a level alarm which ensures that the level in the sludge tank cannot interfere with the operation of the purifier.</i>
<i>Oil firing</i>	<i>GL I-1-2,</i>	<i>Oil firing equipment is to be installed in</i>

<i>equipment</i>	<i>Section 11, G.9.</i>	<i>accordance with Section 9. Pumps, pipelines and fittings are subject to the following requirements.</i>
<i>Service tanks</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.10.1.</i>	<i>On cargo ships of 500 GT or above and all passenger ships two fuel oil service tanks for each type of fuel used on board necessary for propulsion and essential systems are to be provided. Equivalent arrangements may be permitted.</i>
<i>Service tanks capacity</i>	<i>GL I-1-2, Section 11, G.10.2.</i>	<i>Each service tank is to have a capacity of at least 8 hour at maximum continuous rating of the propulsion plant and normal operation load of the generator plant.</i>

2. Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar

Perhitungan Kebutuhan bahan bakar dihitung dengan cara

$$TH_R = H_R \times T \times P$$

$$TH_R = 10230 \times 24 \times 14 \times 12500$$

$$TH_R = 42966000000 \text{ kJ}$$

Kebutuhan energi lalu dibagi dengan Calorific Value

Product	Calorific Value	Convert
HSD	10350 kcal/kg	43304 kJ/kg
Natural Gas	9000 kcal/m ³	37656 kJ/ m ³

Maka berat bahan bakar liquid

$$W_m = \frac{TH_R}{C_f}$$

$$W_m = \frac{42966000000}{43304}$$

$$W_m = 992185.6 \text{ kg}$$

Kebutuhan bahan bakar Natural Gas

$$W_m = \frac{TH_R}{C_f}$$

$$W_m = \frac{42966000000}{37656}$$

$$W_m = 1141013.4 \text{ kg}$$

Dengan demikian kebutuhan bahan bakar untuk 5 buah turbin

Item\Jenis	HSD	LNG
Kebutuhan bahan bakar	992.185,6 Kg	1.141.013,4 m ³
Kebutuhan bahan bakar 5 turbine	4.096.928 Kg	5.705.067 m ³

2. Perhitungan Kebutuhan Tanki Utama Bahan Bakar

Perhitungan kebutuhan tanki bahan bakar dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Item	HSD	Satuan
Kebutuhan bahan bakar 14 hari 5 turbin	4.960.928	kg
Kebutuhan bahan bakar 14 hari 5 turbin + 1 hari pengisian	5.315.280	kg
Kebutuhan bahan bakar 15 hari + 5% yang tidak dapat terhisap	5.581.044	kg
Kebutuhan volume tanki	6.806	m ³

3. Perhitungan Kebutuhan Tanki *Service* Bahan Bakar

Berdasarkan peraturan GL I-1-2, Section 11, G.10.2. maka service tank harus di design dapat mencukupi kebutuhan bahan bakar minimal selama 8 jam maka

$$TH_R = H_R \times T \times P$$

$$TH_R = 10230 \times 10 \times 12500$$

$$TH_R = 1278750000$$

$$W_m = \frac{TH_R}{C_f}$$

$$W_m = \frac{1278750000}{43304}$$

$$W_m = 23623 \text{ kg}$$

Perhitungan tersebut merupakan kebutuhan bahan bakar satu buah turbin selama 10 jam. Setelah di konversikan maka kebutuhan minimal ruang service tank sebesar 24.3m^3 dikalikan dengan 5 buah turbin maka kebutuhan tanki service sebesar 121.5m^3

4. Perhitungan Pompa Transfer

Pompa transfer digunakan untuk memindahkan bahan bakar dari tanki bahan bakar ke tanki service maka kebutuhan pompa dapat dirumuskan sebagai berikut

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{121.5}{10}$$

$$Q = 12.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

5. Perhitungan Kapasitas Fuel Treatment

Fuel treatment digunakan sebagai pengkondisi bahan bakar sebelum digunakan oleh turbin, treatment ini di berlakukan pada saat bahan bakar disalurkan dari tanki utama menuju tanki service. Maka kebutuhan kapasitas fuel treatment adalah

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{121.5}{10}$$

$$Q = 12.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

6. Perhitungan Pompa Suplai

Pompa Suplai digunakan untuk memindahkan bahan bakar dari tanki service ke turbin, sistem turbin dibagi menjadi dua buah sistem yaitu sistem 1 yang terdiri dari 3 buah turbin dan sistem 2 yang terdiri dari 2 buah turbin. maka kebutuhan pompa suplai dapat dirumuskan sebagai berikut

Sistem 1

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{7,29}{1}$$

$$Q = 7,29 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sistem 2

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{4,86}{1}$$

$$Q = 4,86 \text{ m}^3/\text{h}$$

7. Perhitungan Booster Compresor

Booster Compresor digunakan untuk memastikan Bahan bakar Natural gas yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan kerja Turbin. Perhitungan kebutuhan Natural gas dan Booster compresor akan diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut.

$$V_{\text{Gas}} = 5.705.067$$

$$V/\text{h} = 5.705.067/(14*24)$$

$$V/\text{h} = 16.979 \text{ m}^3/\text{h}$$

8. Pompa Yang Digunakan

Untuk pompa transfer sesuai dengan perhitungan diatas maka pompa transfer yang digunakan yaitu

Transfer Pump Type	Gear Pump	
Model	Matz 20	
Dimension	Measurement Unit	
Height	140	mm
Length	368	mm
Width	128	mm
Weight	75	kg
Specification		
Capacities	15	m^3/hr
Power	3.7	kW
RPM	750	RPM

Installation Design		
No. of Pump Required	2	Unit
Power Required	7.4	kW

Untuk pompa Suplai pada cluster 1 digunakan pompa

Transfer Pump Type	Gear Pump	
Model	Matz 15S	
Dimension	Measurement Unit	
Height	140	mm
Length	348	mm
Width	108	mm
Weight	60	kg
Specification		
Capacities	10	m^3/hr
Power	3.7	kW
RPM	750	RPM
Installation Design		
No. of Pump Required	2	Unit
Power Required	7.4	kW

Untuk pompa pada cluster 2 digunakan pompa

Transfer Pump Type	Gear Pump	
Model	Matz 15	
Dimension	Measurement Unit	
Height	140	mm
Length	348	mm
Width	108	mm
Weight	60	kg
Specification		
Capacities	5	m^3/hr
Power	3.7	kW
RPM	750	RPM
Installation Design		
No. of Pump Required	2	Unit
Power Required	7.4	kW

9. Fuel Treatment yang digunakan

Fuel treatment yang digunakan berupa gas turbine fuel treatment milik alvalaval dengan spesifikasi sebagai berikut

Fuel Treatment Type	Gas Turbine Liquid Fuel Treatment	
Model	AlvaLaval Focus 12	
Dimension	Measurement Unit	
Height	4815	mm
Length	1907	mm
Width	2140	mm
Weight	5387	kg
Specification		
Capacities	15	m^3/hr
Power	14	kW
Installation Design		
No. of Pump Required	1	Unit
Power Required	14	kW

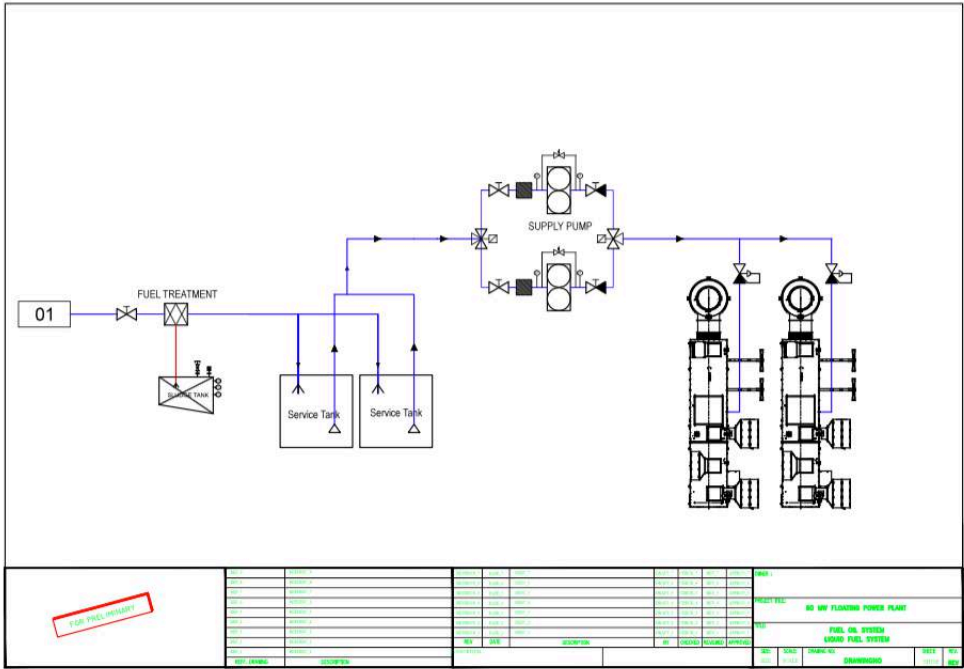
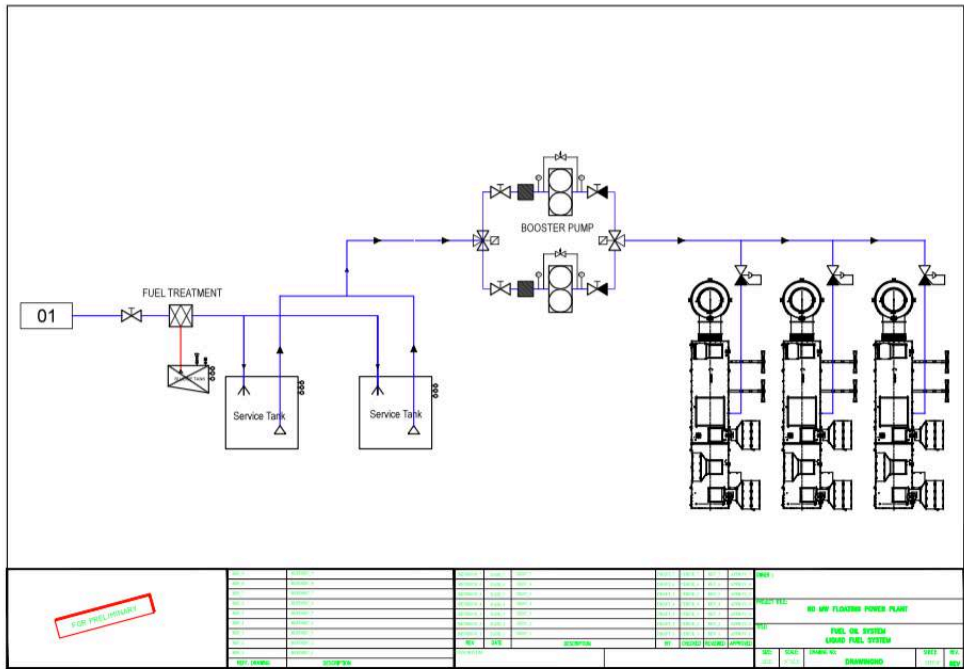
10. Booster Compressor Yang Digunakan

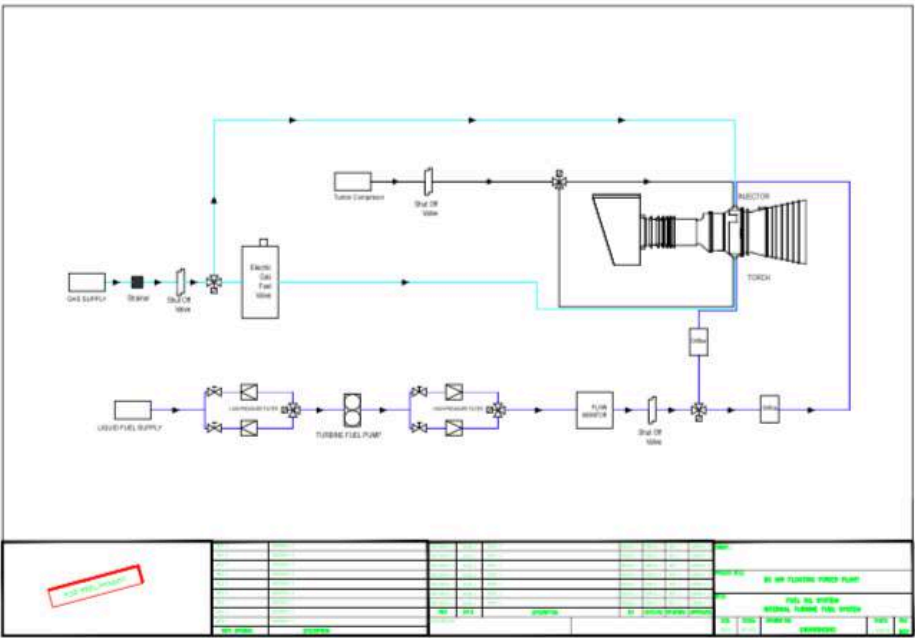
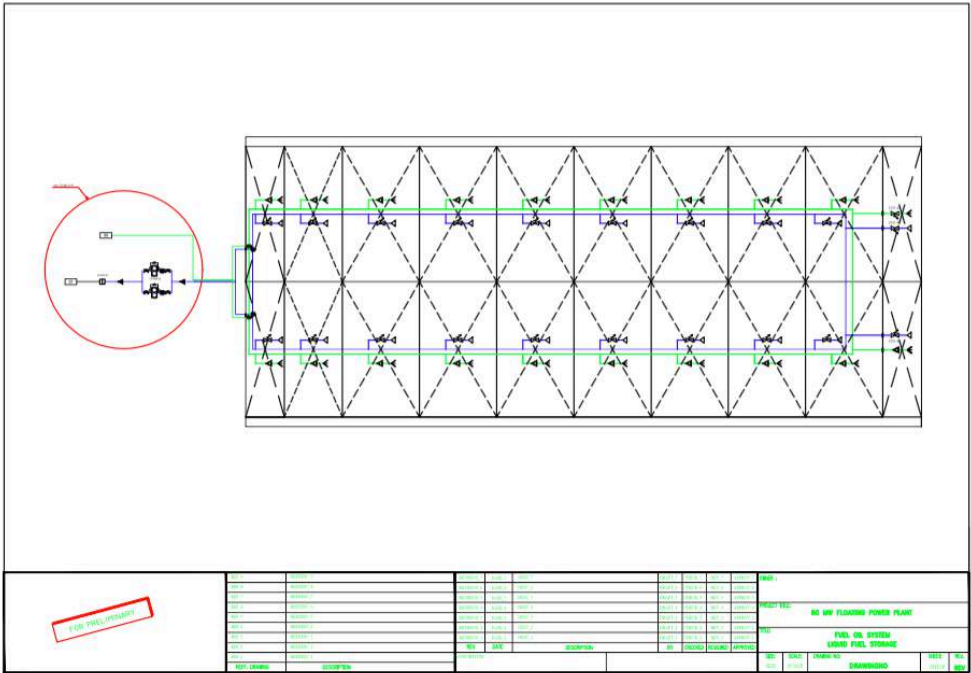
Booster Compressor yang digunakan merupakan compressor berjenis rotari dengan merk Howden dengan spesifikasi seperti berikut

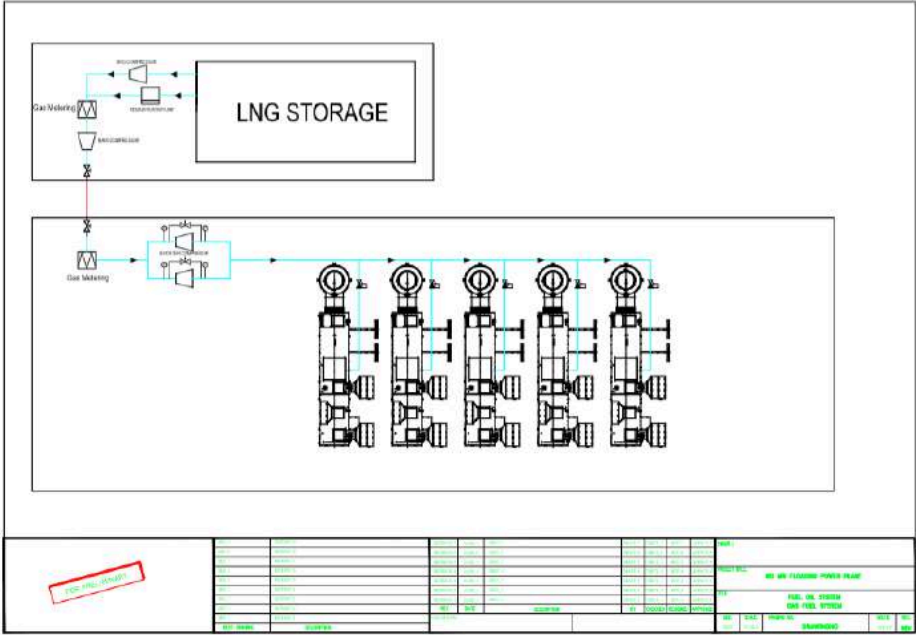
Booster Compressor Type	Twin Rotary Compressor	
Model	Howden WRV 510/1.65	
Dimension	Measurement Unit	
Height	1500	mm
Length	3090	mm
Width	1560	mm
Weight	5387	kg
Specification		
Capacities	9575	m^3/hr
Power	60	kW
Installation Design		
No. of Pump Required	1	Unit
Power Required	60	kW

8. Detail Gambar System

Setelah seluruh perhitungan maka penggambaran system seperti berikut ini







POSITIVE DISPLACEMENT
ROTARY GEAR PUMPS
TYPE UM-2



WITH HOB CUT DOUBLE HELICAL GEARS
AND BUILT-IN RELIEF VALVE



MATZ PUMPS PRIVATE LIMITED

RANGE OF APPLICATION

The UM-2 series is a versatile range of Positive Displacement Rotary Gear Pumps preferably used for Transfer/Feed of light, medium to highly viscous fluids having use in

- Refining Technology
- Petrochemical and Chemical Industries.
- Crude Oil & Natural Gas Producing / Processing Plants
- Fuel Oil Transfer / Filling in general industry.
- Transfer / feed of viscous materials in process industry
- Soap / Fatty Acid / Glycerine / Edible oil / Synthetic Detergent Plants
- Lubrication systems.
- Rayon / Manmade fibre plants for pumping feed stocks / viscose/polymer
- Cryogenic liquid transfer.

SPECIAL FEATURES

- A versatile, general purpose pump capable of dealing with wide variety of viscous liquids.
- No axial thrust, balanced gear design
- Replaceable bush bearings housed in pump body with positive self lubrication arrangement.
- Simplicity of design ensures ease of maintenance, reduce downtime and maintenance.
- With or without built in relief valve
- Design, Construction, Performance as per API 674, Hydraulic Institute Standard

OPERATION

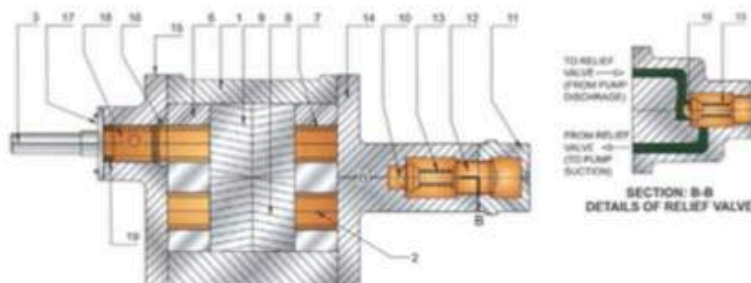
Rotary Gear Pumps are Positive Displacement pumps of Extremely simple Design. They consists of only two moving parts, a Drive Gear and a Driven Gear rotating on replaceable bush bearings fitted in the pump housing. Gears form chambers containing liquid being pumped. When the Drive gear is rotated, the chambers are filled at the suction side and liquid travels in the teeth cavity on the two outer sides of the two gears, with the meshing of the gears the same being discharged evenly through delivery connection. The output is virtually free from Pulsation and Turbulance.

CONSTRUCTION

PUMP BODY	Standard Construction in Close Grain Cast Iron conforming to IS 210 FG 200 Alternatively also available in Cast Carbon Steel, Stainless Steel 410, 304, 304L, 316, 316L, 321, Alloy 30, Hastelloy-A, B, C, Monel. Pump body in jacketed construction available for Heating/Cooling.
GEARS	Standard construction in Carbon Steel conforming to IS 1570 50C4 or BS 970 EN-9 Alternatively also available in Stainless Steel - 410, 304, 304L, 316, 316L, Alloy 20 Gears can be Spur, Helical, or Herringbourne type. Gears are Hob Cut, depending upon duty conditions gears and shafts are hardened and ground (Not in standard pump)
SHAFTS	Standard construction in Carbon Steel conforming to IS 1570 50C4 or BS 970 EN-9 Alternatively also available in Stainless Steel - 410, 304, 304L, 316, 316L, Alloy 20
RELIEF VALVE	Standard Pumps are with built in relief valve, however depending upon application pump can be supplied without built in relief valve.
SHAFT SEALING	Standard Shaft sealing in Packed Gland type. Optional pumps with shaft mechanically sealed with or without flushing/Cooling plan available.
TEMPERATURE	Standard Pumps are built for operating temperature upto 80°C. Pumps for higher operating temperature upto +350°C, pumps for handling liquids upto -40°C are also available.
PRESSURES	Standard Pumps are built for ideal working pressure upto 7 Kg/cm ² for continuous duty. However pumps for higher operating pressures upto 30 Kg/cm ² can be supplied.
VISCOCITY	Normally liquids with viscosities upto 1000 cP can be handled by standard pumps, however depending upon speed of pump, higher viscosity upto 2,00,000 cP can be handled.
PORTS	Standard Pumps have BSP F suction and discharge ports, however pumps with BSP M, NPT F, NPT M, and Flanged end as per IS, ANSI B, 16.5, DIN or BS can be supplied.
DRIVE	In general the pumps should be driven directly via flexible coupling. It is permissible to drive the pump by V-belt, chain or gears provided that radial load is absorbed by additional external bearings.
GENERAL	<ul style="list-style-type: none"> • Pumps with Internal / External Roller / Ball Bearings can also be supplied. • Pumps to suit specific Foundation / Dimensional Requirement can also be supplied.



MATZ PUMPS PRIVATE LIMITED

**CONSTRUCTIONAL DETAILS**

PART	STANDARD PUMP	HIGH PRESSURE PUMP	HIGH TEMPERATURE PUMP	STAINLESS STEEL PUMPS	SPECIAL METAL PUMPS
PUMP BODY (1)	CI	CS	CI/CS	SS	SM
GEARS (6) (9)	CS	CS, H & G	CS	SS	SM
SHAFT (2)	CS	CS, H & G	CS	SS	SM
BEARINGS (7)	BRONZE	CI	CI	CFT/PEEK	CFT / PEEK
BUSH BLOCK (8)	CI	CI	CI	SS	SM
RELIEF VALVE (10)	BUILT IN	BUILT IN	BUILT IN	OPTIONAL	OPTIONAL
GASKETS	OIL PAPER	SILICONE	SILICONE/COPPER	PTFE	PTFE
JACKET	XX	OPTIONAL	OPTIONAL	OPTIONAL	OPTIONAL
SHAFT SEAL	PACKED	PACKED	PACKED	PACKED	PACKED
MECHANICAL SEAL	OPTIONAL	OPTIONAL	OPTIONAL	OPTIONAL	OPTIONAL

LEGEND: CI - Cast Iron, CS - Carbon Steel, H&G - Hardened & Ground, SS - Stainless Steel, SM - Special Metal of Choice, CFT - Carbon Filled PTFE.

PERFORMANCE CHART OF STANDARD PUMP RANGE

MODEL	SIZE IN MM	CAPACITY - LPM @				MODEL	SIZE IN MM	CAPACITY - LPM @					
		1500 rpm	1000 rpm	750 rpm	500 rpm			1500 rpm	1000 rpm	750 rpm	500 rpm		
15	1 1/2"	15 X 15	10	07	5	0.7	90	2"	90 X 90	170	115	85	11.5
15S	1 1/2"	15 X 15	20	15	10	1.5	50S	2"	90 X 90	230	155	115	15.5
20	3/4"	20 X 20	30	20	15	2.0	65	2 1/2"	65 X 65	315	210	158	21.0
25	1"	25 X 25	40	30	22.5	3.0	65S	2 1/2"	65 X 65	400	300	225	30.0
30	1 1/4"	30 X 30	60	45	30	4.5	75	3"	75 X 75	600	450	340	45.5
40	1 1/2"	40 X 40	100	80	60	6.5	100	4"	100 X 100	980	680	490	65.5
40S	1 1/2"	40 X 40	130	88	88	8.5	125	5"	125 X 125	1250	835	625	83.5
							150	6"	150 X 150	2000	1335	1000	133.5
H.P. = $\frac{\text{LPM} \times \text{kg/cm}^2}{150}$						H.P. = $\frac{\text{LPM} \times \text{kg/cm}^2}{250}$							

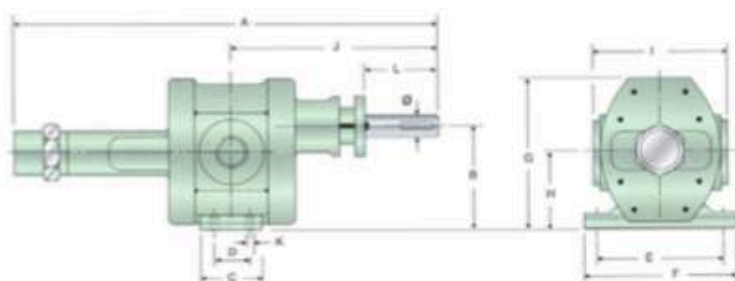
NOTE: (1) Above Capacities are Indicative Capacities for standard pumps at respective Pump Speed. Depending upon application Pumping speed may be reduced to ensure trouble free operation.

(2) From the HP formulae given above select motor of next higher rating. This formulae holds good for liquids having viscosity of upto 750 cP and Sp. Gravity upto 1.25.



MATZ PUMPS PRIVATE LIMITED

13245



SIZE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	O	KEYWAY
15 x 15	348	95	55	30	100	128	140	76	140	187	10	75	18	5x2.5x32
20 x 20	368	95	40	100	128	140	140	76	140	187	10	75	16	5x2.5x32
25 x 25	415	113	67	39	109	136	154	88	154	208	10	75	19	5x2.5x32
30 x 30	455	120	74	42	145	178	155	90	155	225	11	80	22	6x3x38
40 x 40	475	120	74	43	145	176	160	90	160	238	11	80	22	6x3x38
40 x 40	500	122	100	66	142	177	175	90	160	250	11	80	25	6x3x45
50 x 50	555	122	154	117	142	177	175	90	180	278	11	85	25	6x3x45
50 x 50	570	157	175	85	157	195	225	117	250	275	13	110	32	6x3x45
65 x 65	625	157	172	126	152	195	225	117	250	310	13	110	32	6x3x45
65 x 65	660	187	160	110	190	241	278	150	290	375	14	75	35	8x4x51

ALL DIMENSIONS ARE IN MM

TOLERANCE - ± 5 mm except ϕ - 0.025 mm

ALL PORT SIZES ARE IN BSP FEMALE

- TECHNICAL SPECIFICATION AND DIMENSIONS ARE SUBJECT TO REVISION.
- ASK FOR CERTIFIED DIMENSIONAL DRAWING OFFERED PUMP MAY OR MAY NOT HAVE ALL THE FEATURES AS DETAILED IN THE CATALOGUE

Sold and Serviced by:

MATZ
MATZ PUMPS PRIVATE LIMITED

 12/8, Sharma Society, Giamandi Road,
 AHMEDABAD-380 022, INDIA.
 Tel.: +91-79-25323321, 25323182 Fax: +91-79-25324364
 website: www.matzpump-plotline.com, www.matzpump.com
 Email: matzpump@matzpm.net.in

 Manufactured By: **Reliable Engineering Co.**
 3, Mada Industrial Estate, Amravati, Amravati-430025.

Representative in your Area

40-448-040000, M. 98042 773333



FOCUS for gas turbine protection

Fuel oil cleaning unit solutions



FOCUS 18 - 200 (duplex unit)

Alfa Laval Fuel Oil Cleaning Unit Solutions (FOCUS) are automated modular systems for the purification of liquid fuel oils. The fuel cleaning process is designed to overcome the harmful effects of fuel oil contaminants, primarily the trace metals sodium and potassium, as well as water and solid particles.

The fuel cleaning modular solution extends to suit all capacity requirements.

Application

High temperature corrosion, ash deposition and the clogging and erosion of fuel systems are costly operating problems attributed to fuel contaminants.

Liquid fuels vary substantially in physical properties and level of contaminants, but with correct treatment a wide range of liquid fuels can be used effectively in any modern gas turbine power plant.

Features and Benefits

- Enable full compliance with current standards of fuel quality at the turbine inlet
- Constant efficiency and highest separation efficiency of water and solids ensured
- Proven, reliable operation
- No pre-filtration necessary
- Environmentally friendly sludge disposal (no filter cartridges)
- Automatic, unattended operation
- Comparatively low operating cost
- Simple, compact and robust design

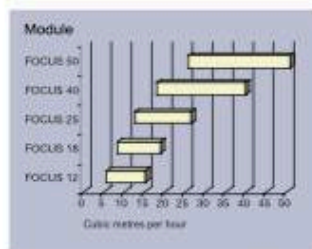


Fig. 1 Throughput capacities for Distillate No. 2, 30°C separation temperature. Capacity reduction factors may be applied for other fuel grades.

Process description

The FOCUS module will pump untreated fuel oil with centrifugal pumps via suction strainers to the separators. The centrifugal separator is the heart of the cleaning unit and provides a reliable and consistent method for the removal of solids and water simultaneously from fuel oils.



Fig. 2 GT Separator – the heart of the cleaning unit

Untreated fuel oil is fed continuously through the separator, where any water and solids are separated from the fuel oil by the action of centrifugal force.

Separation takes place in a rotating bowl. When the water seal has been established, the feed is introduced to the bowl inlet. The inlet is equipped with circular discs, the Optiflow inlet, which accelerates the feed before it enters the bowl disc stack.

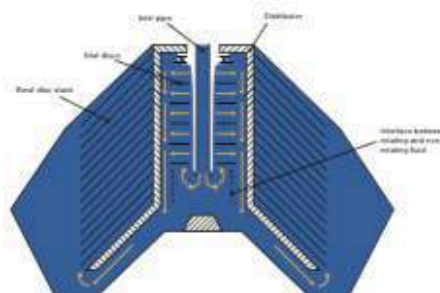


Fig. 3 Optiflow Disc inlet Smooth acceleration. This feature is included in the FOCUS 25, 40 and 50 units.

The oil is forced towards the centre of the bowl through the disc stack. A built-in paring disc pump discharges cleaned oil continuously.

Separated water rises along the outside of the disc stack and is continuously discharged by a paring disc in the water outlet. Separated sludge and solid particles accumulate at the periphery of the bowl and are discharged periodically before they build-up to a point where they would interfere with the separation process.

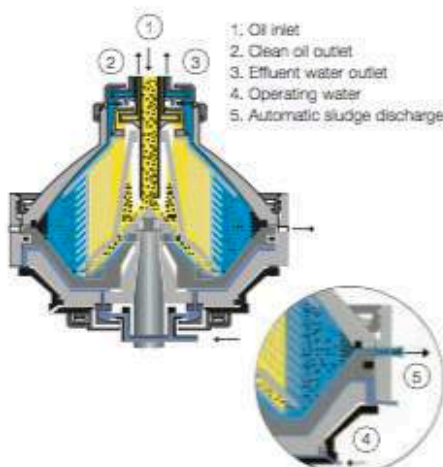


Fig. 4 Automatic discharging centrifuge bowl

The discharge cycle is initiated at the control panel by either pushbutton or automatically by the electronic program control system on completion of a set time cycle.

Water and sludge removed by the centrifugal separators collect in the centrifuge sludge tank and are pumped to the customer's waste treatment system by a pneumatic sludge pump controlled by level switches.

An oil and water monitor in the purified fuel oil discharge line checks the quality of the purified oil leaving the centrifugal separators. The system is specifically designed for accurate determination of the amount of water in the oil stream. During process alarm conditions, the divert valve switches the flow of the purified oil away from the day tank to the raw fuel storage tank.

The fuel oil cleaning unit is controlled, monitored, and supervised from a centralized control console. A state-of-the-art PLC-based control panel provide monitoring and control functions necessary for operation of the system.

The fuel oil treatment plant

As an important component in your fuel oil treatment plant, the cleaning unit prepares the fuel prior to being forwarded to the gas turbine. By ensuring consistent compliance with

specific fuel oil purification requirements, your cleaning unit will contribute to a longer turbine service life and to a reduction in operating costs through less maintenance and downtime.

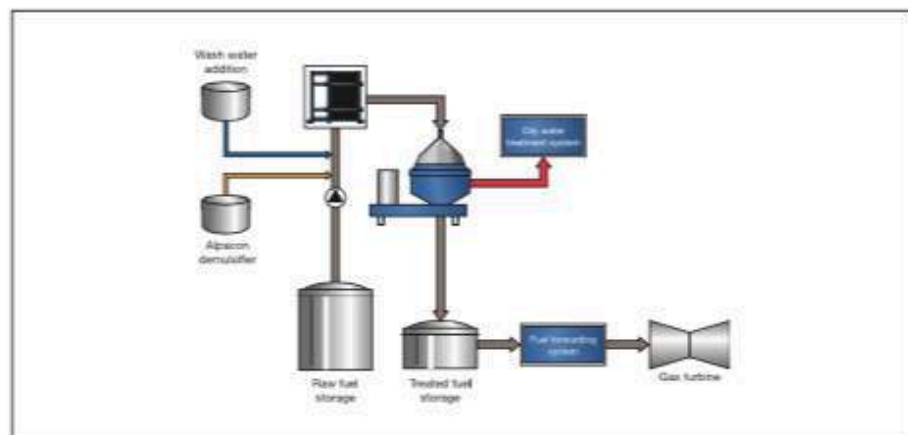


Fig. 5 The fuel oil treatment process

Optional equipment

- Ex-proof execution of unit
- Junction box for remote mounting of control panel
- Remote system start / stop
- Remote mounting of feed pump
- Water washing system
- Demulsifier dosing system
- Oil feed preheater
- Water monitor in purified oil outlet
- Containerized solution

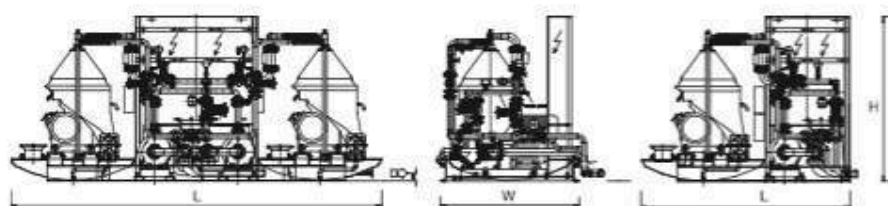
Above options may apply due to fuel oil specification or user preference.

Technical data and utilities consumption

Unit type	FOCUS 12	FOCUS 18	FOCUS 25	FOCUS 40	FOCUS 50
Main supply voltage	3-phase 400 / 440 / 480 V $\pm 10\%$				
Control voltage	24 V DC / 230 V AC				
Frequency	50 or 60 Hz $\pm 5\%$				
Water supply pressure	200 to 600 kPa				
Oil inlet pressure	Flooded suction				
Oil outlet pressure, max.	350 kPa	250 kPa	350 kPa	400 kPa	400 kPa
Instrument air pressure	500 kPa to 750 kPa				
Sludge outlet pressure, max.	300 kPa at 500 kPa air pressure				
Enclosure class, min.	IP 54				
Electric power consumption	14.0 KW	15.4 KW	19.5 KW	28.0 KW	28.5 KW
Water consumption (per discharge)	24 litres	40 litres	40 litres	40 litres	40 litres
Air consumption (per discharge)	Approximately 1 Nm ³ , max. flow 150 Nm ³ /min.				

The above data refers to base standard specifications and typical running conditions for the single unit option.

Dimensions



Shipping data (standard unit without optional equipment)

Separator type		FOCUS 12	FOCUS 18	FOCUS 25	FOCUS 40	FOCUS 50
Single unit (100)	Length (L) mm			2734		
	Width (W) mm			1907		
	Height (H) mm			2140		
	Dry weight kg	2629	3177	3362	3557	3660
	Operating weight kg	3049	3597	3772	3977	4180
Duo unit (200) 100% duty and standby	Length (L) mm			4815		
	Width (W) mm			1907		
	Height (H) mm			2140		
	Dry weight kg	4547	5643	5993	6403	6610
	Operating weight kg	5387	6483	6833	7243	7610

PEE0016EN-0302

Alfa Laval reserves the right to change specifications without prior notification.

How to contact Alfa Laval

Contact details for all countries
are continually updated on our website.
Please visit www.alfalaval.com to
access the information direct.

www.howden.com



ROTARY TWIN SCREW COMPRESSORS

HOWDEN COMPRESSORS



WRV COMPRESSORS

VERSATILE PROCESS COMPRESSORS FOR ALL APPLICATIONS

WRV compressors set the standard against which industry comparison is made for both gas and refrigeration applications.

Features and benefits of WRV compressors include:

Plain-Shell Type Journal Bearings

Long operational life span.

Double Wall Construction

Suitable for high pressure application.

Optional Material of Construction

Flexibility to match project specification (e.g. API 619).

Oil Injected Seal/Bearing Construction

High quality gas seal from simple construction.

Range of Capacity

Probably the most comprehensive range of capacity available.

Installed Compressors

More than 25,000 WRV compressors installed worldwide.



ALL WRV RANGE COMPRESSORS ARE OF DOUBLE WALL CONSTRUCTION AND UTILISE WHITE METAL SLEEVE TYPE JOURNAL BEARINGS WITH PRESSURISED SHAFT SEAL.

A full range of VI options from 2.1 to 5.8 is offered for each compressor while slide valve capacity control is a standard feature on all compressors. Many options to standard design are available, some of which are indicated below:

OPTION C

'Condition controlled' version with reduced oil flow for dense gases and temperature control.

OPTION M

'Mirror' version for reverse rotation with double ended motor drive and two stage design.

OPTION H

'Higher pressure' version for high discharge pressure.

OPTION X

'Extra high' discharge design.

OPTION T

'Tilting pad' thrust bearing design, e.g. to comply with API 619.

OPTION S

'Steel casings' for high pressure or to match specification.

OPTION N

'Nodular cast iron design' again for specific project specification.



WRV 163
2 L/D Options

WRV 204
4 L/D Options

WRV 255
6 L/D Options

WRV 321
4 L/D Options

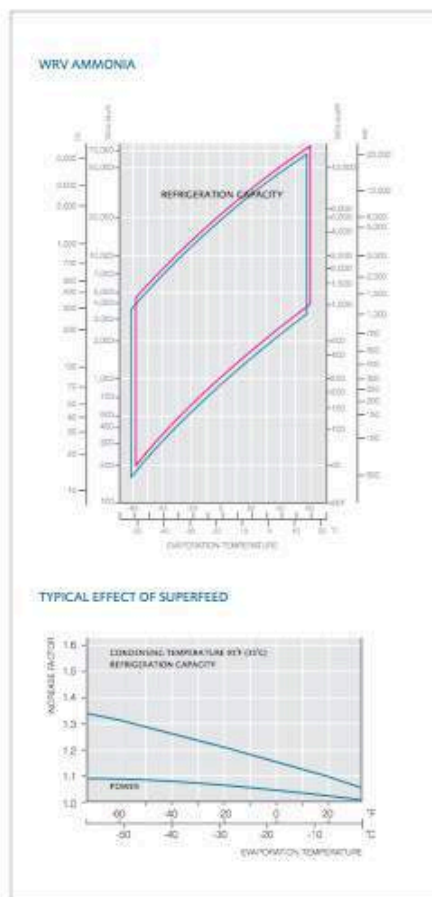
WRV 365
3 L/D Options

WRV 510
3 L/D Options



WRVVI section: WRV 255, 321 & 365 will incorporate variable VI as standard

WRV TECHNICAL DATA: TYPICAL PERFORMANCE



KEY TO GRAPHS

- Full duty 50 Hz (excluding Superfeed)
Condensing temperature 35°C (95°F)
- Full duty 60 Hz (excluding Superfeed)
Condensing temperature 35°C (95°F)

NOTES

Refrigeration capacity based on 5.6°C (10°F) superheat at compressor suction and no sub-cooling of condensed liquid.
No allowance has been made for pressure losses between the evaporator and the compressor suction flange.

TYPICAL PERFORMANCE

GAS HANDLING

Typical gases or refrigerants handled by the Howden range of oil injected screw compressors include:

Refrigerants

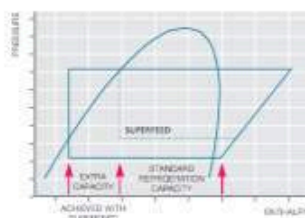
- R717
- R134a
- R404A
- R407C
- R410A
- R502
- R507

Gases

- Ammonia
- Butane
- Carbon Dioxide
- Fuel gas
- Helium
- Hydrocarbon
- Ammonia (Wet & Mixed)
- Hydrogen
- Methane
- Natural Gas
- Nitrogen
- Propane
- Propylene
- Town Gas

NB. In some cases, for example in refineries, hydrocarbon gases will be used as refrigerants.

SUPERFEED CYCLE

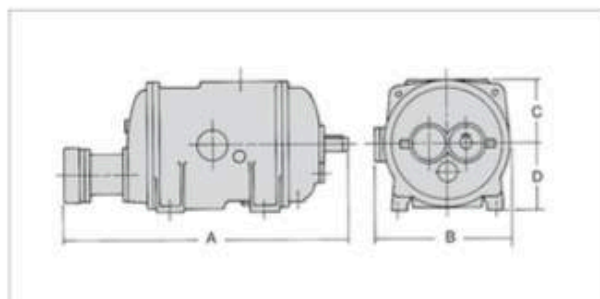


SUPERFEED

The Howden superfeed system is a development of the oil injected screw compressor design. All oil injected compressors are equipped with an additional gas port, located along the length of the compression chamber. Feeding refrigerant to this port from a superfeed/economiser vessel within the refrigeration system offers increased evaporator capacity of up to 20 percent, with virtually no increase in absorbed power.



WRV TECHNICAL DATA



The WRV range has 6 frame sizes each with between 2 and 6 L/D ratios (all with clockwise rotation).



VOC Emission Control



Gas Turbine Installation



Helium Refrigeration

HOWDEN COMPRESSOR SPECIFICATION	*SWEEP VOLUME 50Hz		*SWEEP VOLUME 60Hz		SUCTION PORT Ø		DISCHARGE PORT Ø		DIMENSION A		DIMENSION B		DIMENSION C		DIMENSION D		WEIGHT APPROX.	
	m ³ /hr	cfm	m ³ /hr	cfm	mm	in	mm	in	mm	ft. in	mm	ft. in	mm	ft. in	mm	ft. in	Kg	lb
WRV 163/1.45	550	325	660	390	125	5	75	3	1063	3 5/8	490	1 7/8	248	0 9 1/4	250	0 9 1/4	470	1036
WRV 163/1.80	680	400	820	480	125	5	75	3	1120	3 8/16	490	1 7/8	248	0 9 1/4	250	0 9 1/4	495	1091
WRV 204/1.10	815	480	975	575	130	6	100	4	1201	3 11/16	640	2 1/4	310	0 12 1/4	315	0 12 1/4	760	1675
WRV 204/1.45	1095	645	1315	775	200	8	125	5	1279	4 2/16	640	2 1/4	310	0 12 1/4	315	0 12 1/4	850	1874
WRV 204/1.65	1220	720	1465	860	200	8	125	5	1314	4 3/16	640	2 1/4	310	0 12 1/4	315	0 12 1/4	887	1955
WRV 204/1.95	1340	790	1610	950	200	8	125	5	1370	4 6/16	640	2 1/4	310	0 12 1/4	315	0 12 1/4	925	2059
WRV 251/1.10	1590	915	1865	1120	200	8	130	6	1493	4 10/16	692	2 3/8	349	1 7/16	362	1 2/8	1200	2645
WRV 255/1.30	1755	1025	2105	1240	200	8	130	6	1544	5 0/16	692	2 3/8	349	1 7/16	362	1 2/8	1270	2799
WRV 251/1.45	2150	1270	2580	1520	255	10	200	8	1583	5 2/16	692	2 3/8	349	1 7/16	362	1 2/8	1325	2927
WRV 255/1.65	2395	1410	2870	1690	255	10	200	8	1633	5 4/16	692	2 3/8	349	1 7/16	362	1 2/8	1422	3134
WRV 255/1.85	2630	1550	3155	1855	255	10	200	8	1705	5 7/16	692	2 3/8	349	1 7/16	362	1 2/8	1540	3395
WRV 255/2.20	3190	1880	3830	2255	255	10	200	8	1815	5 11/16	692	2 3/8	349	1 7/16	362	1 2/8	1690	3638
WRV 321/1.32	3850	2255	4595	2705	255	10	200	8	2025	6 7/16	940	3 1/8	471	1 8 1/4	500	1 7/8	2925	6447
WRV 321/1.65	4790	2820	5745	3380	300	12	255	10	2110	6 11/16	940	3 1/8	471	1 8 1/4	500	1 7/8	3150	6943
WRV 321/1.95	5260	3095	6310	3715	300	12	255	10	2200	7 2/16	940	3 1/8	471	1 8 1/4	500	1 7/8	3260	7186
WRV 361/2.20	6385	3760	7660	4510	350	14	300	12	2345	7 8/16	940	3 1/8	471	1 8 1/4	500	1 7/8	3500	7715
WRV 361/1.65	6771	3985	8072	4715	350	14	300	12	2418	7 11/16	1125	3 8/16	565	1 10 1/4	590	1 11 1/4	5000	11025
WRV 361/1.95	7520	4462	9172	5316	350	14	300	12	2520	8 3/16	1125	3 8/16	565	1 10 1/4	590	1 11 1/4	6700	14850
WRV 510/1.32	7660	4510	9190	5410	350	14	255	10	2620	9 7/16	1560	5 1/16	750	2 5/8	750	2 5/8	10800	23806
WRV 510/1.65	9575	5640	11490	6760	400	16	300	12	3090	10 1/16	1560	5 1/16	750	2 5/8	750	2 5/8	11500	25349
WRV 510/1.95	10510	6190	12615	7425	400	16	300	12	3235	10 7/16	1560	5 1/16	750	2 5/8	750	2 5/8	11800	26210

The company operates a policy of continuous product development and reserves the right to alter the data provided without notice.

*Sweep volume at 3000 rpm except WRV510 range which is measured at 1500 rpm **Sweep volume at 3600 rpm except WRV510 which is measured at 1800 rpm.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 2. Sistem Lubrikasi

1. Design Requirement

Keyword	Reference	Design Requirement
Lube oil temp in double bottom	GL I-1-1, Section 27, C.3.3.1	In double bottom tanks, fuel oil may be carried, the flash point (closed cup test) of which exceeds 60°C.
Tank Gauges	GL I-1-2, Section 10, B.3.3.1	The following tank gauges are permitted: sounding pipes oil-level indicating devices (type approved) oil-level gauges with flat glasses and self-closing shut-off valves at the connections to the tank and protected against external damage □ □ □
Sounding pipe	GL I-1-2, Section 10, B.3.3.5	Sounding pipes of fuel tanks may not terminate in accommodation or passenger spaces, nor shall they terminate in spaces where the risk of ignition of spillage from the sounding pipes consists.
Tank heating	GL I-1-2, Section 10, B.5.4	At tank outlets, heating coils are to be fitted with means of closing. Steam heating coils are to be provided with means for testing the condensate for oil between tank outlet and closing device. Heating coil connections in tanks normally are to be welded. The provision of detachable connections is permitted only in exceptional cases. Inside tanks, heating coils are to be supported in such a way that they are not subjected to impermissible stresses due to vibration, particularly at their points of clamping.
Lube oil circulating tank	GL I-1-2, Section 10, C.3.1	Lubricating oil circulation tanks are to be sufficiently dimensioned to ensure that the

		<p>dwelt time is long enough for settling out of air bubbles, residues, etc. With a maximum permissible filling level of about 85 %, the tanks are to be large enough to hold at least the lubricating oil contained in the entire circulation system including the contents</p>
Vent	GL I-1-2, Section 10, C.3.3	Lubricating oil circulating tanks are to be equipped with sufficiently dimensioned vents.
Priming pumps	GL I-1-2, Section 11, H.1.2	Where necessary, priming pumps are to be provided for supplying lubricating oil to the engines.
Emergency lubrication	GL I-1-2, Section 11, H.1.3	A suitable emergency lubricating oil supply (e.g. gravity tank) is to be arranged for machinery which may be damaged in case of interruption of lubricating oil supply.
Treatment equipment	GL I-1-2, Section 11, H.1.4.1	Equipment necessary for adequate treatment of lubricating oil is to be provided (purifiers, automatic back-flushing filters, filters, free-jet centrifuges)
Tanks	GL I-1-2, Section 11, H.2.1.2	For ships where a double bottom is required the minimum distance between shell and circulating tank shall be not less than 500 mm.
Tanks drain and suction	GL I-1-2, Section 11, H.2.1.3	The suction connections of lubricating oil pumps are to be located as far as possible from drain pipes.
Filling and suction lines	GL I-1-2, Section 11, H.2.2.1	<p>Filling and suction lines of lubricating oil tanks with a capacity of 500 and more located above the double bottom and from which in case of their damage lubricating oil may leak, are to be fitted directly on the tanks with shut-off devices according to G.2.1. The remote operation of shut-off valves according to G.2.1 may be dispensed with:</p> <p>for valves which are kept closed during normal operation.</p>

		where an unintended operation of a quick closing valve would endanger the safe operation of the main propulsion plant or essential auxiliary machinery.
Pump filter	GL I-1-2, Section 11, H.2.3.1	Lubricating oil filters are to be fitted in the delivery line of the lubricating oil pumps.
Pump automatic filter	GL I-1-2, Section 11, H.2.3.3	Uninterrupted supply of filtered lubricating oil has to be ensured under cleaning conditions of the filter equipment. In case of automatic back-flushing filters it is to be ensured that a failure of the automatic back-flushing will not lead to a total loss of filtration.
Filter pressure indicator	GL I-1-2, Section 11, H.2.3.5	Main lubricating oil filters are to be fitted with differential pressure monitoring. On engines provided for operation with gas oil only, differential pressure monitoring may be dispensed with
Filter on pump suction side	GL I-1-2, Section 11, H.2.3.6	For protection of the lubricating oil pumps simplex filters may be installed on the suction side of the pumps if they have a minimum mesh size of 100 μ
Coolers	GL I-1-2, Section 11, H.2.4	It is recommended that turbine and large engine plants be provided with more than one oil cooler
Purifiers	GL I-1-2, Section 11, G.8.3	The sludge tanks of purifiers are to be fitted with a level alarm which ensures that the level in the sludge tank cannot interfere with the operation of the purifier.
Independent pumps	GL I-1-2, Section 11, H.3.1.1	Main and independent stand-by pumps are to be arranged. Main pumps driven by the main engines are to be so designed that the lubricating oil supply is ensured over the whole range of operation
Emergency lubrication	GL I-1-2, Section 11, H.3.2.2	The lubricating oil supply to the main turbine plant for cooling the bearings during the run- down period is to be assured in the

		event of failure of the power supply. By means of suitable arrangements such as gravity tanks the supply of oil is also to be assured during starting of the emergency lubrication system.
Reduction gear lubrication	GL I-1-2, Section 11, H.3.3.2	Where a reduction gear has been approved by GL to have adequate self-lubrication at 75 %of the torque of the propelling engine, a stand-by lubricating oil pump for the reduction gear may be dispensed with up to a power-speed ratio of $P/n1 [kW/min-1] < 3.0 n1$: gear input revolution $[min-1]$
Diesel generator	GL I-1-2, Section 11, H.3.4.1	Where more than one diesel generator is available, stand-by pumps are not required. Where only one diesel generator is available (e.g. on turbine-driven vessels where the diesel generator is needed for start-up operations) a complete spare pump is to be carried on board.

2. Perhitungan Kebutuhan Minyak Lubrikasi

Pada Project Guide Solar Turbine Titan 130 di jelaskan bahwa minyak lubrikasi yang di gunakan sebesar 3.407 l setiap turbinnya maka total kebutuhan minyak lubrikasi sebesar 17.035 liter.

3. Sistem Minyak Lubrikasi

Pada desain kali ini sistem minyak lubrikasi di bagi menjadi 2 buah sistem yaitu sistem sirkulasi dan sistem internal turbin. Pada sistem sirkulasi minyak lubrikasi di keluarkan dari tanki internal turbin untuk selanjutnya di pindahkan ke tanki utama, di dalam tangki utama minyak lubrikasi dibersihkan dengan sistem separator, lalu minyak akan dikembalikan ke tanki internal turbin.

4. Pompa Sirkulasi

Pompa sirkulasi direncanakan untuk memindahkan minyak lubrikasi dari tanki internal turbin ke tanki minyak lubrikasi utama. Sistem sirkulasi akan dibagi menjadi dua buah cluster, cluster 1 akan melayani 3 buah turbin dan cluster 2 akan melayani 2 buah turbin. Perhitungan Pompa Lubrikasi akan di urai sebagai berikut.

Cluster 1

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{10,221}{1}$$

$Q = 10,221\ m^3/h$

Cluster 2

$Q = \frac{V}{T}$

$Q = \frac{6,814}{1}$

$Q = 6,814\ m^3/h$

4. Sistem Pemurnian Minyak Lubrikasi

Sistem pemurnian dipersiapkan untuk menjernihkan kembali minyak lubrikasi yang ada agar minyak lubrikasi yang tersedia selalu terjaga kemurniannya. Minyak bersih mengurangi keausan dan korosi pada semua peralatan yang terpasang di pada sistem, sehingga membantu menghindari kerusakan dan mengurangi downtime di seluruh pabrik atau instalasi. Kapasitas Minyak lubrikasi yang akan di murnikan sebesar.

$Q = \frac{V}{T}$

$Q = \frac{17.035}{1}$

$Q = 17.035\ l/h$

5. Spesifikasi Pompa Sirkulasi

Pompa Sirkulasi yang digunakan berdasarkan perhitungan adalah.

Cluster 1

Transfer Pump Type	Gear Pump	
Model	Matz 20	
Dimension	Measurement Unit	
Height	140	mm
Length	368	mm
Width	128	mm
Weight	75	kg
Specification		
Capacities	15	m^3/hr
Power	3.7	kW
RPM	750	RPM
Installation Design		
No. of Pump Required	4	Unit
Power Required	14.8	kW

Cluster 2

Transfer Pump Type	Gear Pump	
Model	Matz 15S	
Dimension	Measurement Unit	
Height	140	mm
Length	348	mm
Width	108	mm
Weight	60	kg
Specification		
Capacities	10	m^3/hr
Power	3.7	kW
RPM	750	RPM
Installation Design		
No. of Pump Required	2	Unit
Power Required	7.4	kW

6. Spesifikasi Sistem Pemurnian

Lubrication Oil Treatment Type	Turbine Lubrication Cleaning System	
Model	AlvaLaval OCM 305	
Dimension	Measurement Unit	
Height	1750	mm
Length	1000	mm
Width	2000	mm
Weight	720	kg
Specification		
Capacities	4000	l/hr
Power	70	kW
Installation Design		
No. of Pump Required	2	Unit
Power Required	80.4	kW

7. Spesifikasi Pompa Lubrikasi Internal Turbin

Pompa Lubrikasi Utama

Transfer Pump Type	Pompa Rotari	
Model	Solar Turbin Titan 130 Main Lube Pump	
Specification		
Capacities	1476	L/mnt
Power	0	kW
RPM	2000	RPM

Pompa Prelube

Transfer Pump Type	Pompa centrifugal motor AC	
Model	Solar Turbin Titan 130 Main Lube Pump	
Specification		
Power	5.6	kW

Pompa Lubrikasi darurat

Transfer Pump Type	Pompa centrifugal motor DC	
Model	Solar Turbin Titan 130 Main Lube Pump	
Specification		
Power	1.11	kW

POSITIVE DISPLACEMENT
ROTARY GEAR PUMPS
TYPE UM-2



WITH HOB CUT DOUBLE HELICAL GEARS
AND BUILT-IN RELIEF VALVE



MATZ PUMPS PRIVATE LIMITED

RANGE OF APPLICATION

The UM-2 series is a versatile range of Positive Displacement Rotary Gear Pumps preferably used for Transfer/Feed of light, medium to highly viscous fluids having use in

- Refining Technology
- Petrochemical and Chemical Industries.
- Crude Oil & Natural Gas Producing / Processing Plants
- Fuel Oil Transfer / Filling in general industry.
- Transfer / feed of viscous materials in process industry
- Soap / Fatty Acid / Glycerine / Edible oil / Synthetic Detergent Plants
- Lubrication systems.
- Rayon / Manmade fibre plants for pumping feed stocks / viscose/polymer
- Cryogenic liquid transfer.

SPECIAL FEATURES

- A versatile, general purpose pump capable of dealing with wide variety of viscous liquids.
- No axial thrust, balanced gear design
- Replaceable bush bearings housed in pump body with positive self lubrication arrangement.
- Simplicity of design ensures ease of maintenance, reduce downtime and maintenance.
- With or without built in relief valve
- Design, Construction, Performance as per API 674, Hydraulic Institute Standard

OPERATION

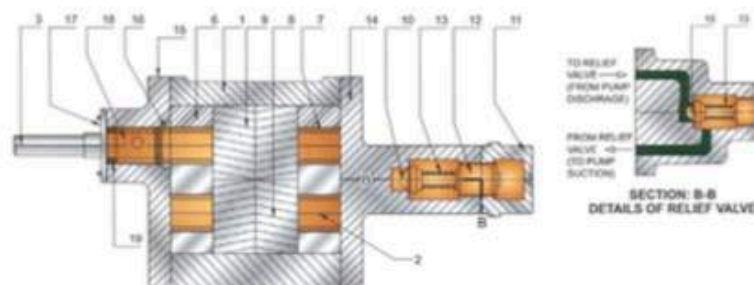
Rotary Gear Pumps are Positive Displacement pumps of Extremely simple Design. They consists of only two moving parts, a Drive Gear and a Driven Gear rotating on replaceable bush bearings fitted in the pump housing. Gears form chambers containing liquid being pumped. When the Drive gear is rotated, the chambers are filled at the suction side and liquid travels in the teeth cavity on the two outer sides of the two gears, with the meshing of the gears the same being discharged evenly through delivery connection. The output is virtually free from Pulsation and Turbulance.

CONSTRUCTION

PUMP BODY	Standard Construction in Close Grain Cast Iron conforming to IS 210 FG 200 Alternatively also available in Cast Carbon Steel, Stainless Steel 410, 304, 304L, 316, 316L, 321, Alloy 30, Hastelloy-A, B, C, Monel. Pump body in jacketed construction available for Heating/Cooling.
GEARS	Standard construction in Carbon Steel conforming to IS 1570 50C4 or BS 970 EN-9 Alternatively also available in Stainless Steel - 410, 304, 304L, 316, 316L, Alloy 20 Gears can be Spur, Helical, or Herringbourne type. Gears are Hob Cut, depending upon duty conditions gears and shafts are hardened and ground (Not in standard pump)
SHAFTS	Standard construction in Carbon Steel conforming to IS 1570 50C4 or BS 970 EN-9 Alternatively also available in Stainless Steel - 410, 304, 304L, 316, 316L, Alloy 20
RELIEF VALVE	Standard Pumps are with built in relief valve, however depending upon application pump can be supplied without built in relief valve.
SHAFT SEALING	Standard Shaft sealing in Packed Gland type. Optional pumps with shaft mechanically sealed with or without flushing/Cooling plan available.
TEMPERATURE	Standard Pumps are built for operating temperature upto 80°C, Pumps for higher operating temperature upto +350°C, pumps for handling liquids upto -40°C are also available.
PRESSURES	Standard Pumps are built for ideal working pressure upto 7 Kg/cm ² for continuous duty. However pumps for higher operating pressures upto 30 Kg/cm ² can be supplied.
VISCOCITY	Normally liquids with viscosities upto 1000 cP can be handled by standard pumps, however depending upon speed of pump, higher viscosity upto 2,00,000 cP can be handled.
PORTS	Standard Pumps have BSP F suction and discharge ports, however pumps with BSP M, NPT F, NPT M, and Flanged end as per IS, ANSI B, 16.5, DIN or BS can be supplied.
DRIVE	In general the pumps should be driven directly via flexible coupling. It is permissible to drive the pump by V-belt, chain or gears provided that radial load is absorbed by additional external bearings.
GENERAL	<ul style="list-style-type: none"> • Pumps with Internal / External Roller / Ball Bearings can also be supplied. • Pumps to suit specific Foundation / Dimensional Requirement can also be supplied.



MATZ PUMPS PRIVATE LIMITED

**CONSTRUCTIONAL DETAILS**

PART	STANDARD PUMP	HIGH PRESSURE PUMP	HIGH TEMPERATURE PUMP	STAINLESS STEEL PUMPS	SPECIAL METAL PUMPS
PUMP BODY (1)	CI	CS	CI/CS	SS	SM
GEARS (6) (9)	CS	CS, H & G	CS	SS	SM
SHAFT (2)	CS	CS, H & G	CS	SS	SM
BEARINGS (7)	BRONZE	CI	CI	CFT/PEEK	CFT / PEEK
BUSH BLOCK (8)	CI	CI	CI	SS	SM
RELIEF VALVE (10)	BUILT IN	BUILT IN	BUILT IN	OPTIONAL	OPTIONAL
GASKETS	OIL PAPER	SILICONE	SILICONE/COPPER	PTFE	PTFE
JACKET	XX	OPTIONAL	OPTIONAL	OPTIONAL	OPTIONAL
SHAFT SEAL	PACKED	PACKED	PACKED	PACKED	PACKED
MECHANICAL SEAL	OPTIONAL	OPTIONAL	OPTIONAL	OPTIONAL	OPTIONAL

LEGEND: CI - Cast Iron, CS - Carbon Steel, H&G - Hardened & Ground, SS - Stainless Steel, SM - Special Metal of Choice, CFT - Carbon Filled PTFE.

PERFORMANCE CHART OF STANDARD PUMP RANGE

MODEL	SIZE IN MM	CAPACITY - LPM @				MODEL	SIZE IN MM	CAPACITY - LPM @					
		1500 rpm	1000 rpm	750 rpm	500 rpm			1500 rpm	1000 rpm	750 rpm	500 rpm		
15	1 1/2"	15 X 15	10	07	5	0.7	90	2"	90 X 90	170	115	85	11.5
155	1 1/2"	15 X 15	20	15	10	1.5	505	2"	90 X 90	230	155	115	15.5
20	3/4"	20 X 20	30	20	15	2.0	65	2 1/2"	65 X 65	315	210	158	21.0
25	1"	25 X 25	40	30	22.5	3.0	655	2 1/2"	65 X 65	450	300	225	30.0
30	1 1/4"	30 X 30	60	45	30	4.5	75	3"	75 X 75	600	450	340	45.5
40	1 1/2"	40 X 40	100	80	60	6.0	100	4"	100 X 100	980	680	490	65.5
405	1 1/2"	40 X 40	130	95	85	8.5	125	5"	125 X 125	1250	835	625	83.5
							150	6"	150 X 150	2000	1335	1000	133.5
H.P. = $\frac{\text{LPM} \times \text{kg/cm}^2}{150}$						H.P. = $\frac{\text{LPM} \times \text{kg/cm}^2}{250}$							

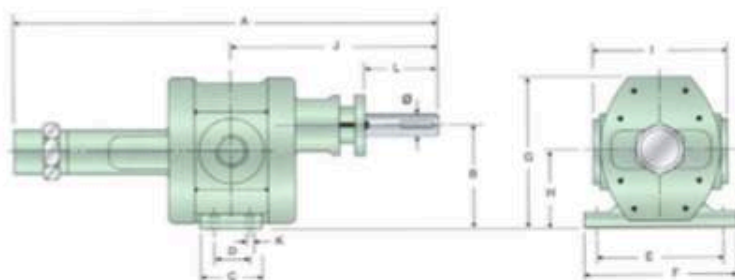
NOTE: (1) Above Capacities are Indicative Capacities for standard pumps at respective Pump Speed. Depending upon application Pumping speed may be reduced to ensure trouble free operation.

(2) From the HP formulae given above select motor of next higher rating. This formulae holds good for liquids having viscosity of upto 750 cP and Sp. Gravity upto 1.25.



MATZ PUMPS PRIVATE LIMITED

3.2.2.4.3



SIZE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	O	KEYWAY
15 x 15	348	95	85	30	103	128	140	76	140	187	10	75	18	5x2.5x32
20 x 20	368	95	40	103	128	140	140	76	140	187	10	75	16	5x2.5x32
25 x 25	415	113	67	39	109	138	154	88	154	208	10	75	19	5x2.5x32
30 x 30	435	120	74	42	145	176	155	90	155	225	11	80	22	6x3x38
40 x 40	475	130	74	43	145	176	160	90	160	238	11	80	22	6x3x38
40 x 40	500	122	100	66	142	177	175	90	160	250	11	80	25	6x3x45
50 x 50	555	122	154	117	142	177	175	90	160	278	11	85	25	6x3x45
50 x 50	570	157	175	85	157	195	225	117	250	275	13	110	32	6x3x45
65 x 65	625	157	172	126	152	195	225	117	250	310	13	110	32	6x3x45
65 x 65	680	197	160	110	193	241	278	150	290	375	14	75	35	8x4x51

ALL DIMENSIONS ARE IN MM

TOLERANCE - ± 5 mm except ϕ - 0.025 mm

ALL PORT SIZES ARE IN BSP FEMALE

- TECHNICAL SPECIFICATION AND DIMENSIONS ARE SUBJECT TO REVISION.
- ASK FOR CERTIFIED DIMENSIONAL DRAWING OFFERED PUMP MAY OR MAY NOT HAVE ALL THE FEATURES AS DETAILED IN THE CATALOGUE

Sole and Service by:

MATZ PUMPS PRIVATE LIMITED

12/B, Shree Society, Ghatemdi Road,
AHMEDABAD-380 022, INDIA.

Tel.: +91-79-25323321, 25323182 Fax: +91-79-25324384

Website: www.matzpump-private.com, www.matzpump.com

Email: matzpump@matzpm.net.in

Manufactured By: **Reliable Engineering Co.**

3, Matu Industrial Estate, Anandwad, Ahmedabad-380025.

Representative in your Area

A-2 and B-2, Plot No. 10, MIDC, VEST, Mumbai-400 031



OCM cleaning solutions for mineral oils

Alfa Laval Oil Cleaning Module

Clean oil is crucial for the safe, reliable and economical operation of virtually all kinds of equipment that uses oils for either lubrication or hydraulic systems. Clean oil reduces wear and corrosion on all equipment installed downstream, thus helping avoid breakdowns and cutting back on downtime throughout a plant or installation.

The Alfa Laval Oil Cleaning Module (OCM) provides rapid, effective separation of the oil, water and sludge components in contaminated mineral lubricating and hydraulic oils – all at the same time.

The benefits include lower operating costs due to reduced oil consumption, lower disposal costs and improvements in both product quality and the working environment.

Easy to operate oil purification

The Alfa Laval Oil Cleaning Module is a modularized system with all the component systems fully integrated, ensuring easy operation while engaged in oil cleaning duties. At the heart of this compact, easy-to-use equipment is an Alfa Laval disc stack centrifuge of supreme efficiency.

Alfa Laval Oil Cleaning Modules are available with all components and systems pre-configured on a skid, for easy, rapid installation and ready for immediate use. They ensure the effective removal of particles and water in the oil. If an emergency arises, even a high level of water contaminants can be removed.

An OCM provides continuous purification of lubricating and hydraulic oils while the equipment in which they are used is in operation. If required, the OCM can continue operating while the primary equipment is at a standstill.

The impact of contaminants in oil

Contaminants in lubricating and hydraulic oils have serious effects on system performance, operating costs and durability. For example, the presence of solid particles:

- abrades metal surfaces
- increases friction
- clogs filters

Similarly, if water is present in the oil, this:

- causes corrosion
- reacts with additives



Complete OCM 304

- forms oil/water emulsions
- causes significant deterioration in the performance of the oil.

Cleanliness counts

OCM oil cleaning modules are specifically designed to remove contaminant particles, solid impurities and free water from mineral lubricating and hydraulic oils.

This is important because clean, uncontaminated oil:

- extends the service life of all kinds of equipment by as much as 50%
- eliminates or reduces corrosion by removing free water present in the oil
- ensures longer uptime operation, thus boosting productivity
- results in significant reductions in machinery wear and breakdowns
- cuts operating costs by reducing oil consumption
- extends oil service life and therefore reduces replacement and disposal costs
- improves both product quality and the working environment.

Oil cleaning capacities

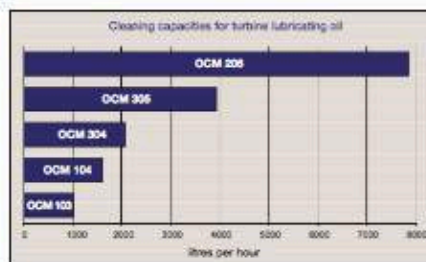


Fig. 1 OCM capacity table - ISO VG 46 lubricating oil separation temperature of 70°C. For steam turbines, the cleaning capacity should be based on 10% of the total charge of lubricating oil, unless stated otherwise by the turbine manufacturer.

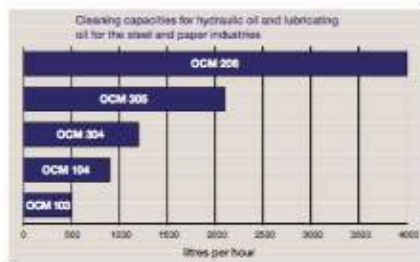


Fig. 2 OCM capacity table - Maximum flow at viscosity 20 cSt at separation temperature.

Features and benefits

- Simple skid-mounted design that is compact and robust
- Removes both solids and water at the same time, and on a continuous basis
- Easy, rapid start-up procedure
- Low operating costs
- Low maintenance requirements, with easy access
- Eliminates need to dispose of filter cartridges, ensuring that sludge disposal has minimal environmental impact
- Extremely reliable, ensuring long service life.

Standard OCM equipment

Each unit comprises:

1. Disc stack centrifuge to separate out solids and water
2. Electric motor to drive separator
3. Electric heater
4. Oil feed pump with motor
5. Combined starter and water seal alarm
6. Base plate and frame (mobile or stationary)

Operating principle

Separation takes place in a disc stack centrifuge. The feed is pumped into the centrifuge where centrifugal forces separates the feed liquid into its different phases.

The heaviest of these phases - sludge and water - are forced to the periphery of the bowl. The sludge component is deposited in the sludge space and must be removed manually at regular intervals. The clean oil and the separated water are discharged on a continuous basis.

1. Contaminated oil inlet
2. Clean oil outlet
3. Water outlet
4. Sludge basket
5. Water space
6. Sealing water inlet

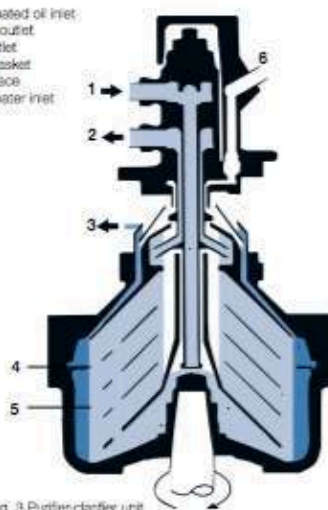


Fig. 3 Purifier-clarifier unit

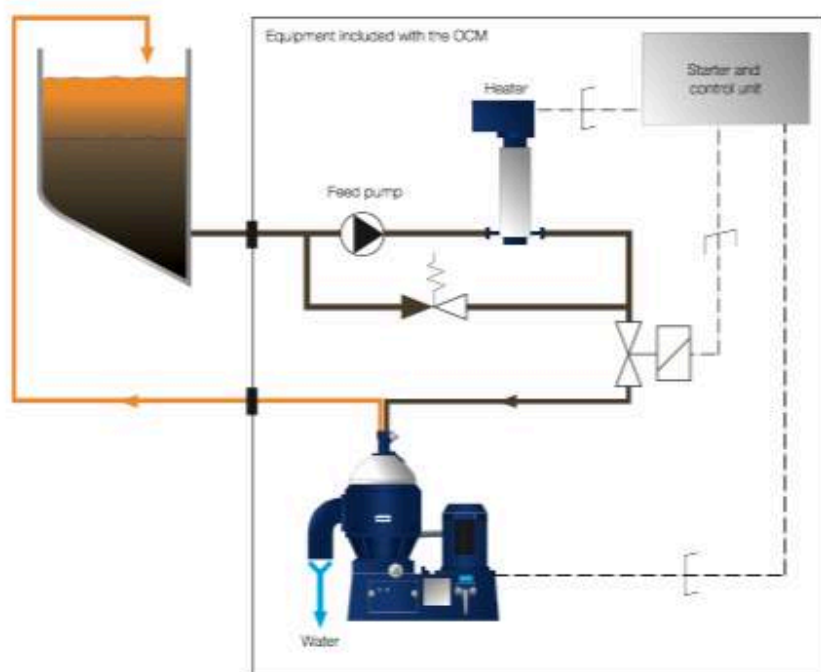


Fig. 4 System diagram

Installation

The oil cleaning module is normally installed in a by-pass system, treating a specified percentage of the full flow of contaminated oil. Tank-to-tank installation is also possible.

The suction line from the lubricating or hydraulic oil tank/sump is installed in the lowest end of the tank, typically 1/3 from the bottom. This ensures that any dirty oil present is treated promptly. The suction height should be as low as possible in order to reduce or eliminate any pump cavitation effect.

The oil return line is connected to the top of the oil tank opposite to the oil suction in order to ensure proper oil circulation during cleaning also when the turbine is out of operation.

Technical specifications

Power supply: 400/415/440 VAC (50/60 Hz)

Oil grades: all lubricating and hydraulic oils in normal use, as well as marine diesel oil and distillates

Water supply: demineralized water at a pressure of 2–6 bar

Separation performance

Particles: ≤ 5 micron 90% removal

Particle: ≤ 3 micron 70% removal

Water: Removal is typically in the range of 90%.

After-sales support

The Alfa Laval preventive maintenance programme is available for the OCM series. Alfa Laval service engineers are available to assist you with all types of maintenance and repair, as well as to help you train your personnel in operating and maintaining these units.

Using genuine Alfa Laval spare parts reduces downtime and repair costs. Spare parts kits can be ordered from Alfa Laval Service Centres.

Intermediate service kits for routine bowl maintenance and major service kits for separator overhaul are also available.

Module type	OCM 103	OCM 104	OCM 304	OCM 305	OCM 206
Separator motor, kW (50/60 Hz)	0.75/0.9	1.5/1.8	2.2/2.5	3.0/3.7	5.5/6.4
Feed pump, kW	Integral	Integral	0.37/0.43	0.75/0.86	1.5/1.75
Heater, kW	14	22	22	36	65

Dimensions

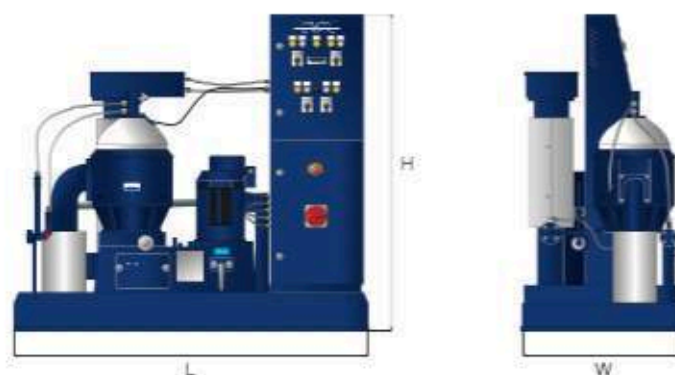


Fig. 5: Dimensions

	Net	Dimensions (inch/25.4)			Weight in kg (lbs/2.2046)	Gross	Dimensions (inch/25.4)			Weight in kg (lbs/2.2046)	
		L	W	H			L	W	H	code net	code gross
OCM 103 Stationary	mm	1,150	850	1,280	325	mm	1,500	1,000	1,700	475	525
OCM 103 Mobile	mm	1,285	760	1,445	345	mm	1,500	1,000	1,700	495	545
OCM 104 Stationary	mm	1,450	850	1,280	455	mm	2,300	1,000	1,700	625	695
OCM 104 Mobile	mm	1,585	760	1,445	485	mm	2,000	1,000	1,750	655	725
OCM 304 Stationary	mm	1,450	850	1,280	525	mm	2,000	1,000	1,700	660	730
OCM 304 Mobile	mm	1,650	760	1,445	545	mm	2,000	1,000	1,750	680	760
OCM 305 Stationary	mm	1,450	850	1,280	525	mm	2,000	1,000	1,700	695	765
OCM 305 Mobile	mm	1,650	760	1,445	545	mm	2,300	1,000	1,750	720	790
OCM 206 Stationary	mm	1,950	1,200	1,500	1,040	mm	2,500	1,300	2,050	1,370	1,460
OCM 206 Mobile	mm	2,085	1,110	1,683	1,100	mm	2,500	1,300	2,050	1,430	1,520

How to contact Alfa Laval

Up-to-date Alfa Laval contact details for all countries are always available on our website at www.alfalaval.com

Table 7. Lubrication System Specifications

Main Lube Oil Pump	
Pump Type	Engine-Driven Rotary Screw
Flow	1200 lpm (317 gpm) at 1667 rpm (50 Hz Gearbox) 1476 lpm (390 gpm) at 2000 rpm (60 Hz Gearbox)
Discharge Pressure	607 kPag (88 psig). See Note (a)
Pre/Post Lube Oil Pump	
Pump Type	AC Motor-Driven Centrifugal
Optional Motor Voltage Ratings	380 VAC, 400 VAC, and 415 VAC (50 Hz) 460 VAC (60 Hz)
Motor, Power	5.6 kW (7.5 hp)
Backup Lube Oil Pump	
Pump Type	DC Motor-Driven Centrifugal
Motor Voltage Rating	120 VDC
Motor, Power	1.11 kW (1.5 hp)

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 3. Sistem Ballast

1. Perhitungan Tanki Ballast

Tanki ballast berisikan air laut yang digunakan untuk menyeimbangkan kapal, menurunkan draft yang jika terlalu tinggi, dan lain lain. Pada kapal ini perencanaan tanki ballast direncanakan sejajar dengan tanki bahan bakar. Pada dasar ganda Marpol menyaratkan untuk menggunakan rumus $1/15 L$ untuk ketinggian Dasar ganda. Berikut adalah hasil perhitungan volume tanki ballast

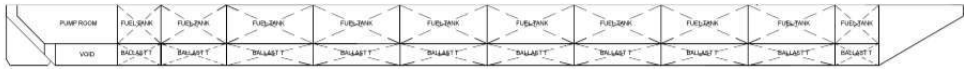
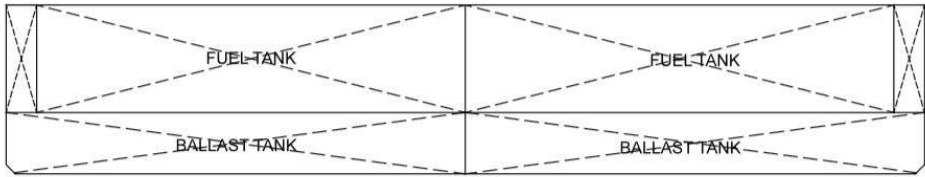
No	Object	$L \times W \times H [m^3]$	Volume $[m^3]$	Mass [ton]
1	Ballast Tank 1 (P)	4 x 15 x 2	120	123
2	Ballast Tank 1 (S)	4 x 15 x 2	120	123
3	Ballast Tank 2 (P)	6 x 15 x 2	180	184.5
4	Ballast Tank 2 (S)	6 x 15 x 2	180	184.5
5	Ballast Tank 3 (P)	8 x 15 x 2	240	246
6	Ballast Tank 3 (S)	8 x 15 x 2	240	246
7	Ballast Tank 4 (P)	8 x 15 x 2	240	246
8	Ballast Tank 4 (S)	8 x 15 x 2	240	246
9	Ballast Tank 5 (P)	8 x 15 x 2	240	246
10	Ballast Tank 5 (S)	8 x 15 x 2	240	246
11	Ballast Tank 6 (P)	8 x 15 x 2	240	246
12	Ballast Tank 6 (S)	8 x 15 x 2	240	246
13	Ballast Tank 7 (P)	8 x 15 x 2	240	246
14	Ballast Tank 7 (S)	8 x 15 x 2	240	246
15	Ballast Tank 8 (P)	8 x 15 x 2	240	246
16	Ballast Tank 8 (S)	8 x 15 x 2	240	246
17	Ballast Tank 9 (P)	8 x 15 x 2	240	246
18	Ballast Tank 9 (S)	8 x 15 x 2	240	246
19	Ballast Tank 10 (P)	4 x 15 x 2	120	123
20	Ballast Tank 10 (S)	4 x 15 x 2	120	123

No	Object	$L \times W \times H [m^3]$	Volume $[m^3]$	Mass [ton]
1	Ballast Tank 1 (WP)	4 x 1 x 3	12	12,3
2	Ballast Tank 1 (WS)	4 x 1 x 3	12	12,3
3	Ballast Tank 2 (WP)	6 x 1 x 3	18	18,45
4	Ballast Tank 2 (WS)	6 x 1 x 3	18	18,45
5	Ballast Tank 3 (WP)	8 x 1 x 3	24	24,6
6	Ballast Tank 3 (WS)	8 x 1 x 3	24	24,6
7	Ballast Tank 4 (WP)	8 x 1 x 3	24	24,6
8	Ballast Tank 4 (WS)	8 x 1 x 3	24	24,6
9	Ballast Tank 5 (WP)	8 x 1 x 3	24	24,6
10	Ballast Tank 5 (WS)	8 x 1 x 3	24	24,6

No	Object	$L \times W \times H [m^3]$	Volume $[m^3]$	Mass [ton]
11	Ballast Tank 6 (WP)	8 x 1 x 3	24	24,6
12	Ballast Tank 6 (WS)	8 x 1 x 3	24	24,6
13	Ballast Tank 7 (WP)	8 x 1 x 3	24	24,6
14	Ballast Tank 7 (WS)	8 x 1 x 3	24	24,6
15	Ballast Tank 8 (WP)	8 x 1 x 3	24	24,6
16	Ballast Tank 8 (WS)	8 x 1 x 3	24	24,6
17	Ballast Tank 9 (WP)	8 x 1 x 3	24	24,6
18	Ballast Tank 9 (WS)	8 x 1 x 3	24	24,6
19	Ballast Tank 10 (WP)	4 x 1 x 3	12	12,3
20	Ballast Tank 10 (WS)	4 x 1 x 3	12	12,3

Total Kapasitas Tangki Ballast

No.	Objek	Volume (m ³)	Berat (Ton)
1	Dasar Ganda	4200	4305
2	Wing Tank	420	430.5
Total		4620	4735.5



2. Perhitungan Pompa Ballast

Setelah mendapatkan volume dari tangki ballast maka perhitungan pompa dapat dirumuskan dimulai dari pencarian kapasitas pompa, pompa dirancang untuk dapat memobilisasi air laut masuk atau keluar dengan waktu 10 jam maka kapasitas pompa

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{4620}{101}$$

$$Q = 462 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 0.134 \text{ m}^3/\text{s}$$

Proses selanjutnya adalah menghitung diameter dalam sebuah pipa yang kita butuhkan. Laju aliran yang dipertimbangkan pada sistem ini adalah 2 m/s Maka perhitungan pipa yang dibutuhkan adalah

$$Q = A \times v$$

$$Q = 3.14 \times \frac{dH^2}{4} \times v$$

$$0.134 = 3.14 \times \frac{dH^2}{4} \times 2$$

$$dH = 291.612 \text{ mm}$$

maka digunakan pipa ANSI sesuai dengan ukuran pipa terdekat yaitu.

300	323.9	6.35	8.38	9.53	10.31	14.27	12.70	17.48	21.44	25.40	28.59	33.32	25.40	0.104
12		49.73	65.20	73.88	79.73	106.96	97.46	132.08	159.91	186.97	208.14	238.76	186.97	

Head dibagi menjadi 3 bagian yaitu Statis tekanan dan kecepatan, dalam design kali ini tidak ada perbedaan tekanan dan kecepatan pada bagian hisap dan buang, hanya terdapat perbedaan dari statis dengan rumusan

$$\text{Head Statis} = T + 0.75$$

$$\text{Head Statis} = 4.73 \text{ m}$$

Perhitungan Losses dapat dibagi menjadi 2 yaitu major dan minor, dan jika dilihat dari sisi pompa losses terjadi pada sisi hisap dan buang maka formula perhitungan Losses sebagai berikut

Sisi Hisap

$$Rn = \frac{v \times dH}{u}$$

$$Rn = \frac{2 \times 0.291}{8.2 \times 10^{-7}}$$

$$Rn = 318248.2 \text{ Turbulen}$$

$$hf = \frac{\lambda \times L \times v^2}{(D \times 2g)}$$

$$hf = \frac{0.02 \times 80 \times 2^2}{(0.291 \times 2 \times 9.8)}$$

$$hf = 2.5936$$

No	Accessories	n	k	n x k
1	Elbow 90°	2	0.75	1.5
2	Butterfly/gate Valve	7	0.6	4.2
3	SDNRV remotely	0	1.35	0
4	T joint	8	1	8
5	Bulkhead Fitting Watertight	0	0.02	0
6	Strainer	2	2.5	5
			Σnk	18.7

$$\begin{aligned}\text{Maka minor Losses (hm)} &= 18.7 \times 2^2 / 2 \times 9.8 \\ &= 8.587\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka Total Head Suction (hm)} &= h_f + h_m \\ &= 11.1804 \text{ m}\end{aligned}$$

Sisi buang

$$Rn = \frac{v \times dH}{u}$$

$$Rn = \frac{2 \times 0.291}{8.2 \times 10^{-7}}$$

$$Rn = 318248.2 \text{ Turbulen}$$

$$h_f = \frac{\lambda \times L \times v^2}{(D \times 2g)}$$

$$h_f = \frac{0.02 \times 8 \times 2^2}{(0.291 \times 2 \times 9.8)}$$

$$h_f = 0.3745$$

No	Accessories	n	k	n x k
1	Elbow 90°	0	0.75	0
2	Butterfly/gate Valve	1	0.6	0.6
3	SDNRV remotely	2	1.35	2.7
4	T joint	3	1	3
5	Bulkhead Fitting Watertight	0	0.02	0
6	Strainer	0	2.5	0
			Σnk	6.3

$$\begin{aligned}\text{Maka minor Losses (hm)} &= 6.3 \times 2^2 / 2 \times 9.8 \\ &= 2.893\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka Total Head Suction (hm)} &= h_f + h_m \\ &= 3.267 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total Head Losses} &= \text{Sisi Hisap} + \text{Sisi Buang} \\ &= 14.45 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Head Total} &= 4.73 + 14.45 \\ &= 19.18 \text{ m}\end{aligned}$$

Maka spesifikasi minimal Pompa yaitu

$$Q = 480.63 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Head} = 19.18 \text{ m}$$

Pompa Yang dipilih adalah

Tipe Pompa	Pompa Sentrifugal	Pompa Ballast
Model	SILI PUMP 250 CLH 18 A	
Dimensi		Satuan
Tinggi	1733	mm
Lebar	1000	mm
Panjang	1000	mm
Berat	895	kg
Spesifikasi		
Kapasitas	500	m^3/hr
Daya	75	kW
Kebutuhan design		
Kebutuhan	1	Unit
Kebutuhan daya	75	kW



SILI PUMP

Marine pump specialist in China



On board ships/vessels



Drilling platforms



Port/Shipyard machine



www.silipump.com

Shanghai SILI Pump Manufacture Co., Ltd

---Maritime pump specialist in China



Pump Specification(50Hz/380V/3phase, 2900rpm, 2 poles motor)

39	100CLH-6	100	80 - 110	80	60 - 84	30.3	3.8	37	Y200L-2H	480
40	100CLH-6A	93	74 - 104	70	52 - 74	24.2	3.8	30	Y200L-2H	450
41	100CLH-6B	80	64 - 90	62	46 - 66	18.5	3.8	22	Y180M-2H	415
42	125CLH-13	150	120 - 165	30	22 - 32	16.34	5	22	Y180M-2H	308
43	125CLH-19A	135	108 - 151	26.5	19 - 28	13.32	5.5	18.5	Y160L-2H	280
44	125CLH-19	150	120 - 165	30	22 - 32	16.34	5	22	Y180M-2H	315
45	125CLH-19A	135	108 - 151	26.5	19 - 28	13.34	5.5	18.5	Y160L-2H	295
46	125CLH-13	200	160 - 220	50	37 - 52	34.9	5	45	Y225M-2H	448
47	125CLH-13A	185	148 - 206	44	33 - 46	28.6	5	37	Y200L-2H	378
48	125CLH-13B	165	132 - 184	34	25 - 36	19.9	5	22	Y180M-2H	313
49	125CLH-12	160	128 - 180	50	37 - 53	28.3	5	37	Y200L-2H	378
50	125CLH-10	150	120 - 168	65	48 - 68	36.86	5.5	45	Y225M-2H	525
51	125CLH-10A	130	104 - 144	58	43 - 61	29.32	5.5	37	Y200L-2H	450
52	125CLH-8	140	112 - 155	86	64 - 90	46.7	4	55	Y250M-2H	650
53	125CLH-8A	120	96 - 133	80	60 - 84	38.5	4	45	Y225M-2H	580
54	125CLH-6.5	150	120 - 168	110	82 - 115	62.4	5.5	75	Y280S-2H	530
55	150CLH-26	200	160 - 220	20	15 - 22	14.3	5.5	18.5	Y160L-2H	450
56	150CLH-26A	190	152 - 213	17	12 - 19	11.7	5.5	15	Y160M-2H	420
57	150CLH-22	200	160 - 220	30	22 - 32	20.94	6	30	Y200L-2H	300
58	150CLH-18	160	128 - 178	14	10 - 16	7.63	6.5	11	Y160M-4H	258
59	150CLH-13.5	180	144 - 202	50	37 - 53	32.67	5	45	Y225M-2H	448
60	150CLH-13	200	160 - 225	20	15 - 22	13.62	3.5	18.5	Y180M-4H	450
61	150CLH-13A	187	149 - 210	17	12 - 18	11	3.5	15	Y160L-4H	422
62	150CLH-11	180	144 - 202	65	48 - 68	43.63	6.2	55	Y250M-2H	750
63	150CLH-10.5	250	200 - 282	32	24 - 34	29.1	4	37	Y225S-4H	590
64	150CLH-10	260	208 - 289	86	64 - 90	81.7	4	110	Y315S-2H	650
65	150CLH-9	200	160 - 220	32	24 - 34	22.1	3.5	30	Y200L-4H	590
66	150CLH-9A	180	144 - 199	28	21 - 30	18.2	3.5	22	Y180L-4H	500
67	150CLH-9B	160	128 - 180	25	18 - 27	14.7	3.5	18.5	Y160L-2H	485
68	150CLH-6	160	128 - 180	50	37 - 52	29.8	5	37	Y225S-4H	630
69	150CLH-6A	150	120 - 168	45	33 - 48	25.2	5	30	Y200L-4H	610
70	200CLH-9	320	256 - 358	32	24 - 34	36.7	4	45	Y225M-4H	719
71	200CLH-12	300	240 - 336	30	22 - 32	30.6	4	37	Y225S-4H	685
72	200CLH-12A	280	224 - 312	25	18 - 27	24.1	4	30	Y200L-4H	625
73	200CLH-18	400	320 - 450	20	15 - 22	27.2	4.5	37	Y225S-4H	685
74	250CLH-18	500	400 - 565	30	22 - 32	51.1	4.5	75	Y280S-4H	895
75	250CLH-18A	500	400 - 565	24	18 - 26	40.9	4.5	45	Y225M-4H	789
76	250CLH-18B	450	360 - 510	20	15 - 21	33.6	4.5	37	Y225S-4H	754

Important note:

60Hz(3600rpm) motor pump can be provided according to the clients' request.

(Some model are not listed on the sheet, please give us the specification, so we can offer the pump for you)

Shanghai SILI Pump Manufacture Co., Ltd

—Maritime pump specialist in China



Installation size

125CLH-8	1950	205	350	320	500	440	28	125	210	250	8-M16	80	160	200	8-φ18
125CLH-10	1338	185	340	320	450	390	24	125	210	250	8-M16	100	180	220	8-φ18
125CLH-12	1510	190	290	270	400	350	24	125	210	250	8-M16	100	180	220	8-φ18
125CLH-13	1850	220	350	320	450	400	24	125	210	250	8-M16	100	180	220	8-φ18
125CLH-19	1700	200	300	280	400	350	24	125	210	250	8-M16	100	180	220	8-φ18
150CLH-8	1830	260	460	440	600	530	35	150	240	285	8-M20	125	210	250	8-φ18
150CLH-10	1741	226	385	365	500	440	24	150	240	285	8-M20	125	210	250	8-φ18
150CLH-22	1070	175	285	240	300	280	18	150	240	285	8-M20	125	210	250	8-φ18
200CLH-12	1740	240	410	375	500	440	27	200	295	340	8-M20	150	240	285	8-φ22
250CLH-19	1733	342	550	450	640	550	35	250	327	365	8-M20	200	295	340	12-φ15

Attention

- 1). Before starting the pump, turn the coupling rotating and make sure that it can rotate smoothly, then fill the liquid into the pump till being full and open the valves of inlet/outlet piping (valves of inlet open completely). The electric motor can not be switched on until the pump full of liquid otherwise the sealing of shaft will be in failure due to dry-friction.
- 2). Gradually **adjust the outlet valve** until the specified outlet pressure is reached.
- 3). Flow of the pump should be kept within the allowable extent recommended by the manufacture. This extent is generally to be **50 % to 120 %** of the rated flow. **Take care that do not operate the pump for a long time when the outlet valve turns off.**
- 4). Take care of the **temperature rise of the bearings**. Surface temperature of shell of bearings should **not exceed 75℃**, the temperature of bearings should **not exceed 35℃**.
- 5). Lubricating grease should be added to the bearing of the pump **every three months**. The surface of the ball bearings should be examined whether exfoliation occurs after every **10,000 hours**. Replace the bearing when necessary.
- 6). Annual interval inspection to **impeller, sealing rings and mechanical sealing** should be effected and check whether excessive wear and tear or corrosion occurs. Replace them when necessary.



Shanghai SILI PUMP Manufacture Co., Ltd

Maritime Pump Specialist in China

Add: No.128 Jinyuan Road, Shanghai, China(Jinyuan industry park)

Tel: 0086-21-39170010

Fax: 0086-21-39170008

www.silipump.com

sales@silipump.com



Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 4. Perhitungan Ukuran Utama

- **Ukuran Utama kapal**

Principle Dimension			
No	Object	Unit	Nilai
1	L	m	88.
2	B	m	30.
3	D	m	3,908
4	H	m	5.5
5	Cb		0,921
6	Cp		0,921669
7	Cm		0,9999232
8	Δ	Ton	9739.619
9	∇	m^3	9502.06752
10	LWT	Ton	3632.802
11	DWT	Ton	5652.849

Kalkulasi Volume displacement dilakukan dengan menggunakan pembagian dari barge, barge dibagi menjadi 3 buah seksi, seksi 1 adalah bagian after peak, seksi II adalah bagian mid dan seksi III adalah bagian fore peak. Maka volume kapal terhadap waterline dapat dilihat pada tabel berikut.

	AP	MID	FP	Total
WL 1	15	2271.08309	25.980762	2312.06385
WL 2	60	4542.34618	103.923048	4706.26923
WL 3	135	6813.51927	233.826858	7182.34613
WL 4	240	9084.69236	415.692192	9740.38456
WL 5	371.25	11355.8655	643.02386	12370.1393

• **Berat Peralatan**

No	Peralatan	Merk	Berat Satuan	Jumlah	T Weight
					Kg
1	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	5	439985
2	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	5	7525
3	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	5	20630
4	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	5	5215
5	Gas Metering	GE Dresser D800	900	1	900
6	pompa Transfer	Matz 20	75	2	150
7	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 1	Matz 15S	60	2	120
8	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 2	Matz 15	60	2	120
9	Gas Turbine Liquid Fuel Treatment	Alvalaval FOCUS 12	5387	1	5387
10	Natural Gas Metering	GE Dresser D800	900	1	900
11	Booster Compressor	Howden WRV 510	11500	2	23000
12	Lubricating Cleaning System	Alfalaval 305	790	2	1580
13	Lubricating Pump	Matz 15	60	8	480
14	Main Trafo A		51000	1	51000
15	Main Trafo B		43000	1	43000
16	AUX Trafo		6920	2	13840
17	Instrument Air Package		550	2	1100
18	Neutral Grounding Resistant Trafo		600	4	2400
19	Emergency Diesel Generator		5728	1	5728
20	20 KV Switchgear and Metering		1000	1	1000
21	Switchyard and Protection, Metering		800	1	800
22	11KV Switchgear Bus Colecting A		5000	1	5000
23	11KV Switchgear Bus Colecting B		4200	1	4200
24	400V Switch Gear		4000	1	4000

25	Emergency Switch Gear		3800	1	3800
26	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	5	1925
27	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	5	770
28	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	5	110
29	230 VAC UPS & bypass UPS	Solar Turbine Titan 130	700	1	700
30	Distribution panel	Solar Turbine Titan 130	75	4	300
31	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	5	4425
32	Emergency Generator Control Panel		400	1	400
33	Process Control Panel & Marshalling		400	1	400
34	ESD & FG Panel & Marshalling		400	1	400
35	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	5	2600
36	UPS Battery Rack	Solar Turbine Titan 130	1200	2	2400
37	Paga Panel / TELECOM		50	1	50
38	Fire Panel		50	1	50
39	Computer For Controlling and work		10	4	40
40	Pump Distribution Panel		50	1	50
41	Emergency Pump Distribution Panel		50	1	50
42	Crane	TTS MARINE	10000	1	10000
Total	Ton	516.992	Kg		516992

• Perhitungan LWT

Berat *Super Structure*

$$W_{st} = (L \times B \times D_a) \times C_s$$

$$C_s = C_{so} + 0,064e^{-(0,5u+0,1u^{2,45})}$$

$$u = \log_{10} \frac{\Delta}{100}$$

$$WS_1 = 9m \times 20m \times 4m \times 0,107 = 77,04 \text{ Ton}$$

$$WS_2 = 9m \times 20m \times 3m \times 0,107 = 57,78 \text{ Ton}$$

$$WS_3 = 9m \times 20m \times 3m \times 0,107 = 57,78 \text{ Ton}$$

$$WS_4 = 9m \times 20m \times 3m \times 0,107 = 57,78 \text{ Ton}$$

$$\begin{aligned}
 WS_5 &= 19m \times 27m \times 4m \times 0,107 &= 219.564 \text{ Ton} \\
 WS_6 &= 20m \times 13.5m \times 1m \times 0,107 &= 28.89 \text{ Ton} \\
 \text{Total} & &= 498.834 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Berat *Barge*

$$W_{Si} (\text{Ton}) = K \times E^{1,36}$$

$$E = L (B + T) + 0.85 L (D - T)$$

dimana

K = Koefisien Faktor (0.035)

$$E = 88 (30 + 3.9) + 0.85 88 (5.5 - 3.9)$$

$$E = 3102.88$$

$$W_{Si} = 1.962.01 \text{ Ton}$$

Total LWT

No.	Objek	Satuan	Hasil
1	Peralatan utama	Ton	516.992
2	<i>Deckhouse</i>	Ton	498.834
3	Barge	Ton	1962.0136
Total			3302.5476
Penambahan 10%			330.254
Total			3632.802

• Perhitungan DWT

Perhitungan *Deadweight of the Ship*

DWT atau *deadweight of the ship* merupakan beban yang dapat berpindah seperti berat bahan bakar, berat air minum, berat crew, provision dan sebagainya perhitungan ini akan dibahas satu persatu pada sub bab ini

Perhitungan Berat bahan bakar

Perhitungan Kebutuhan bahan bakar dihitung dengan cara

$$TH_R = H_R \times T \times P$$

$$TH_R = 10230 \times 24 \times 14 \times 12500$$

$$TH_R = 42966000000 \text{ kJ}$$

Kebutuhan energi lalu dibagi dengan Calorific Value

Product	Calorific Value	Convert
HSD	10350 kcal/kg	43304 kJ/kg
Natural Gas	9000 kcal/m ³	37656 kJ/ m ³

Maka berat bahan bakar liquid

$$W_m = \frac{TH_R}{C_f}$$

$$W_m = \frac{42966000000}{43304}$$

$$W_m = 992185.6 \text{ kg}$$

Kebutuhan bahan bakar Natural Gas

$$W_m = \frac{TH_R}{C_f}$$

$$W_m = \frac{42966000000}{37656}$$

$$W_m = 1141013.4 \text{ kg}$$

Dengan demikian kebutuhan bahan bakar untuk 5 buah turbin

Item\Jenis	HSD	LNG
Kebutuhan bahan bakar	992.185,6 Kg	1.141.013,4 m ³
Kebutuhan bahan bakar 5 turbine	4.096.928 Kg	5.705.067 m ³

Perhitungan kebutuhan tanki bahan bakar dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Item	HSD	Satuan
Kebutuhan bahan bakar 14 hari 5 turbin	4.960.928	kg
Kebutuhan bahan bakar 14 hari 5 turbin + 1 hari pengisian	5.315.280	kg
Kebutuhan bahan bakar 15 hari + 5% yang tidak dapat terhisap	5.581.044	kg
Kebutuhan volume tanki	6.806	m ³

Maka Berat bahan bakar adalah 5581 Ton

Perhitungan Berat Minyak pelumas

Berdasarkan project guide Solar turbine Titan 130 Generator set setiap turbin memiliki tanki minyak pelumas sebesar 3407 liter atau 3202.58 kg ditambah dengan tanki utama minyak pelumas yaitu sebesar satu kali kebutuhan total bahan bakar yang ada pada setiap tanki minyak pelumas turbin maka total minyak pelumas yang dimuat adalah

$$W_p = W_{pt} \times n$$

$$W_p = 3.024 \times 5$$

$$W_p = 16.012$$

No.	Objek	Satuan	Hasil
1	5 Tanki Minyak pelumas turbin	Ton	16.012
2	Tanki Sirkulasi	Ton	16.012
Total			32.024

Perhitungan Berat Awak dan bekal

Berdasarkan permintaan pemilik kapal bahwa kebutuhan awak sebanyak 15 orang. Dengan asumsi rata rata berat awak sebesar 75 kg dan membawa 25 kg perlengkapan seperti baju dan peralatan lain. Lalu setiap awak di asumsikan membutuhkan makanan sebanyak 5kg/orang/hari dan di estimasikan untuk menampung selama tujuh hari, maka beban total awak dan bekal adalah sebagai berikut.

$$W_{prov} = C_{prov} \times n \times T$$

$$W_{crew} = C_{crew} \times n$$

Dimana

W_{Prov} = Beban *Provision*

W_{Crew} = Beban Crew

C_{prov} = Koefisien Provision

C_{Crew} = Koefisien Crew

n = Banyaknya crew

T = waktu

No.	Objek	Satuan	Hasil
1	Awak + Bawaan	Ton	1.5
2	Bekal/Bahan Makanan	Ton	0.525
Total (Ton)			2.025

Perhitungan Berat Air bersih

Air bersih digunakan untuk sanitasi dan konsumsi total kebutuhan dari air bersih akan di dapatkan dari mengkalikan jumlah kebutuhan air bersih dengan jumlah total awak kapal yang ada, dengan jumlah awak yaitu 15 orang dengan estimasi konsumsi air sebesar 10 kg/hari untuk konsumsi dan 80 kg/hari untuk sanitasi dan dipersiapkan untuk 14 hari maka kebutuhan Air bersih adalah.

$$W_w = (C_s + C_k) \times n$$

Dimana

W_w = Beban Air Tawar

C_s = Koefisien kebutuhan Sanitasi

C_k = Koefisien kebutuhan Konsumsi

n = Banyaknya crew

No.	Objek	Satuan	Hasil
1	Konsumsi	Ton	2.1
2	Sanitasi	Ton	16.8
Total (Ton)			18.9

Setelah mendapatkan seluruh elemen dari DWT maka penjumlahan DWT dapat di lihat pada tabel 4.25.

No.	Objek	Satuan	Hasil
1	Bahan Bakar	Ton	5581
2	Minyak Pelumas	Ton	32.024
3	Awak Dan perbekalan	Ton	2.025
4	Air Bersih	Ton	18.9
Total (Ton)			5652.849

Kondisi pembebanan pada beberapa skenario

No	Skenario	Beban Ton
1	LWT + DWT 100% + Ballast 5%	9522.426
2	LWT + DWT 5% + Ballast 100%	8650.944
3	LWT	4152.219

Perhitungan Draft dilakukan dengan menginterpolasi data yang telah didapatkan, dengan rumusan seperti berikut ini.

$$Draft\ Skenario\ 1 = 4 - \frac{(9740 - 9522.426)}{(9740 - 7361.81)} \times (4 - 3)$$

Draft Skenario 1 = 3.90840017
 untuk skenario lainnya dapat dilihat pada tabel dibawah

No	Skenario	Draft
1	LWT + DWT 100% + Ballast 5%	3.908
2	LWT + DWT 5% + Ballast 100%	3.541

Menghitung Cb

$$Cb = \text{Volume tercelup} / \text{Volume balok}$$

$$Cb = \text{Volume tercelup} / L \times B \times \text{Draft}$$

$$Cb = 9502.9145 / 10318.1764$$

$$Cb = 0.9208779$$

Menghitung Cm

$$Cm = \text{Luas Midship} / \text{Luas Kubus}$$

$$Cm = \text{Luas Midship} / B \times \text{Draft}$$

$$Cm = 117.162005 / 117.252005$$

$$Cm = 0.99923242$$

Menghitung Cp

$$Cp = Cb / Cm$$

$$Cp = 0.9208779 / 0.99923242$$

$$Cp = .921695$$

Lampiran 5. Spesifikasi Crane

SHIPBOARD
HANDLING
EXCELLENCE



Straight boom cranes

The development of the TTS series of general purpose cranes is founded on decades of experience, with an emphasis on providing flexible solutions. The design and selection of components is based on a high degree of standardisation, giving proven solutions with a high degree of durability through years of exposure in harsh environments. Typical applications are tankers, dry cargo and offshore vessels.

www.ttsgroup.com

TTS MARINE

STRAIGHT BOOM CRANES

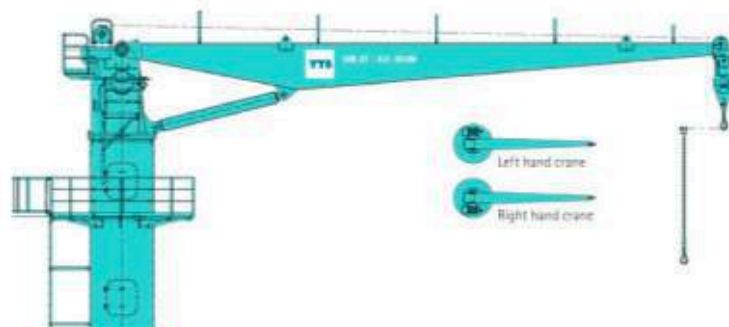
TTS general purpose cranes are designed as self-contained units with built in hydraulic power packs ready to be hooked up to the vessel's electrical power supply. However, some applications require connection of the crane to the vessel's ring

line hydraulic system. As an option, the crane can be fitted with a hydraulic swivel specially adapted for connection to a ring line system.

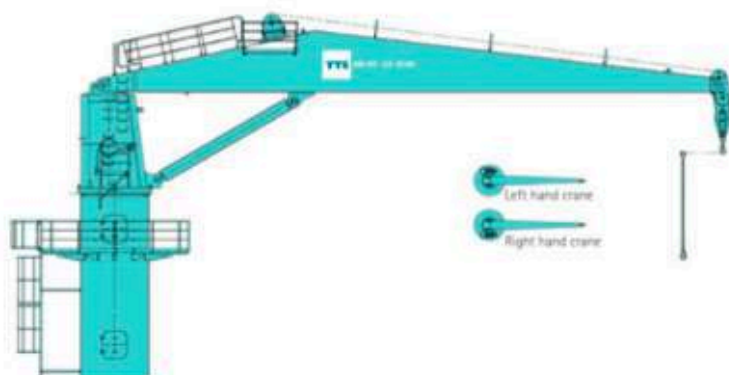
Typical applications

- Hose handling cranes for tankers
- Provision/stores cranes
- Service cranes
- Suez boat cranes

Series 40-380



Series 410-800



STRAIGHT BOOM CRANES

Standard data for general purpose hose handling cranes Type GP														
Crane			Performance					Main dimensions					Power unit	
Size ton	Swl t	Max outreach m	Hoist speed m/min	Winch t	Revolving t	Lift time sec	Slow speed rpm	H2 approx mm	H3 approx mm	T mm	D Inside mm	D Outside	Kw	t
40	3.0	9.0	10-40	3	1.1	30	2.1	1205	600	12		790	13-37	4.3
60	3.0	16.0	10-40	3	1.1	41	0.9	1470	605	12		855	13-37	6.4
	5.0	11.0	10-30*		2.1	41	1.3						16-56	5.8
	6.0	9.5	10-30*			41	1.2						16-56	9.0
115	3.0	20.0	10-40	3	1.1	59	0.7	1730	615	12		1175	13-37	7.8
	6.0	15.0	10-30*		2.1	58	1.1						16-56	7.2
	6.0	13.0	10-30*			58	1.1						16-56	7
150	5.0	18.5	10-30*	3	2.1	85	0.7	1830	615	12		1270	16-56	9.3
	6.0	16.5	10-30*			85	0.7						16-56	8.9
260	5.0	26.0	10-30*	3	2.1	83	1	2285	630	12	1610		16-56	14.8
	6.0	23.5	10-30*			83	1						16-56	13.5
	10.0	17.0	10-25*	5		83	1		810				37-44	12
380	10.0	23.0	10-25*	5	2.1	87	0.8	2640	615	16	1800		37-44	17.0
	15.0	17.0	10(20)		2.1	87	0.8						52-61	15.7
410	10.0	25.0	10(20)	5	2.1	115	0.5	2635	1880	16	1760		37-44	19.7
	15.0	18.0	10(20)		2.1	82	0.7						52-61	17.5
530	10.0	29.0	10(20)	5	2.1	125	0.4	2965	2030	16	2035		37-44	23.3
	15.0	22.0	10(20)		2.1	88	0.6						52-61	21.2
680	15.0	26.0	10(20)	5	3.1	115	0.5	3345	2210	16	2010		52-61	26.4
	20.0	21.0	10(20)		4.1	85	0.7						72-86	34.2
735	15.0	28.5	10(20)	5	3.1	136	0.5	3360	2210	20	2010		52-61	28
	20.0	23.8	10(20)		4.1	101	0.6						72-86	25.8
835	15.0	30.5	10(20)	5	3.1	131	0.4	3185	2340	20	2210		52-61	31.2
	20.0	25.0	10(20)		4.1	91	0.6						72-86	30.8
900	15.0	33.0	10(20)	5	3.1	168	0.4	3585	2340	20	2210		52-61	36
	20.0	27.5	10(20)		4.1	125	0.5						72-86	32.8
* Variable hydr. motor / double hoisting speed for light load														



STRAIGHT BOOM CRANES

Basic design features*

- Welded box boom for low maintenance
- Self-contained unit with integrated hydraulic power pack
- Fail-safe brakes on all movements
- Direct operation of hydraulic manoeuvring valves from control platform mounted on the side of the crane. Left- and right hand version available
- All motions of the crane including lowering and hoisting of winch have stepless speed control
- Ball bearing type slewing ring

Standard equipment*

- Complete crane with necessary equipment according to requirements from specified classification society and flag state to ensure safe operation

- Pedestal of standard height ready for mounting and welding to vessel's main steel structure
- Electric starter equipment
- Limit switches for automatic stop of hook travel in top and bottom position
- Entire steel structure is made of certified steel and sandblasted to Sa 2.5 prior to painting
- Full two-component epoxy/acrylic paint system of highest marine standard. Colour according to owner's choice
- Full set of documentation and operation manual
- Hand operated pump for release of brake on winch and slewing gear
- Spare filters for one year's normal operation

Optional equipment*

- Explosion-proof components. Top operation in hazardous areas

- Certification for personnel transfer
- Remote control
- Automatic limitation of slewing and luffing movements by fixed hydraulic limit switches
- Electrical slip ring for connection of various electrical and electronic equipment
- Load indicator
- Enclosed driver's cabin
- Oil cooler (if crane is to be frequently used)
- Preheating of hydraulic oil reservoir for extreme climatic conditions
- Extended pedestal height
- Connection to vessel's ring line hydraulic system
- Cargo gear certificate issued by any class society

Optional features

- Telescopic boom
- Knuckle boom
- Twin jib head with two independently operated winches
- For special application the cranes can be designed with dynamic factors as required

* These features apply to all general purpose cranes



www.ttsgroup.com

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 6. Detail Stabilitas

Mencari KG

No	Peralatan	Merk	Berat Satuan	KG	WxKG
1	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	8.4	739174.8
2	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	8.4	739174.8
3	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	8.4	739174.8
4	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	8.4	739174.8
5	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	8.4	739174.8
6	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	6.1	9180.5
7	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	6.1	9180.5
8	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	6.1	9180.5
9	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	6.1	9180.5
10	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	6.1	9180.5
11	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	7.25	29913.5
12	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	7.25	29913.5
13	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	7.25	29913.5
14	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	7.25	29913.5
15	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	7.25	29913.5
16	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	6.5	6779.5
17	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	6.5	6779.5
18	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	6.5	6779.5
19	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	6.5	6779.5
20	CO2 System	Solar Turbine	1043	6.5	6779.5

		Titan 130			
21	Natural Gas Metering	GE Dresser D800	900	6.75	6075
22	Pompa Transfer	Matz 20	75	3.75	281.25
23	Pompa Transfer	Matz 20	75	3.75	281.25
24	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 1	Matz 15S	60	6.75	405
25	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 1	Matz 15S	60	6.75	405
26	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 2	Matz 15	60	6.7	402
27	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 2	Matz 15	60	6.7	402
28	Gas Turbine Liquid Fuel Treatment	AlvaLaval FOCUS 12	5387	7.5	40402.5
29	Booster Compressor	Howden WRV 510	11500	6.7	77050
30	Booster Compressor	Howden WRV 510	11500	6.7	77050
31	Lubricating Cleaning System	Alfalaval 305	790	3.75	2962.5
32	Lubricating Cleaning System	Alfalaval 305	790	3.75	2962.5
33	Lubricating Pump Cluster 1	Matz 15	60	3.75	225
34	Lubricating Pump Cluster 1	Matz 15	60	3.75	225
35	Lubricating Pump Cluster 2	Matz 15	60	3.75	225
36	Lubricating Pump Cluster 2	Matz 15	60	3.75	225
37	Main Trafo A		51000	10.5	535500
38	Main Trafo B		43000	10.5	451500
39	AUX Trafo		6920	7.5	51900
40	AUX Trafo		6920	7.5	51900
41	Instrument Air Package		550	6.25	3437.5
42	Instrument Air		550	6.25	3437.5

	Package				
43	Neutral Grounding Resistant Trafo		600	10	6000
44	Neutral Grounding Resistant Trafo		600	10	6000
45	Neutral Grounding Resistant Trafo		600	7	4200
46	Neutral Grounding Resistant Trafo		600	7	4200
47	Emergency Diesel Generator		5728	6	34368
48	20 KV Switchgear and Metering			0	0
49	Switchyard and Protection, Metering		800	6.6	5280
50	11KV Switchgear Bus Collecting A		5000	6.6	33000
51	11KV Switchgear Bus Collecting B		4200	6.6	27720
52	400V Switch Gear		4000	6.6	26400
53	Emergency Switch Gear		3800	6.6	25080
54	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	6.6	2541
55	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	6.6	2541
56	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	6.6	2541
57	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	6.6	2541
58	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	6.6	2541
59	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	5.55	854.7
60	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	5.55	854.7
61	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	5.55	854.7
62	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	5.55	854.7
63	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	5.55	854.7

64	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	5.7	125.4
65	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	5.7	125.4
66	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	5.7	125.4
67	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	5.7	125.4
68	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	5.7	125.4
69	230 VAC UPS & bypass UPS	Solar Turbine Titan 130	700	6.4	4480
70	Distribution panel		75	6.1	457.5
71	Distribution panel		75	6.1	457.5
72	Distribution panel		75	6.1	457.5
73	Distribution panel		75	6.1	457.5
74	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	6.6	5841
75	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	6.6	5841
76	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	6.6	5841
77	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	6.6	5841
78	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	6.6	5841
79	Emergency Generator Control Panel		400	6.6	2640
80	Process Control Panel & Marshalling		400	6.6	2640
81	ESD & FG Panel & Marshalling		400	6.6	2640
82	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	5.9	3068
83	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	5.9	3068
84	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	5.9	3068

85	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	5.9	3068
86	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	5.9	3068
87	UPS Battery Rack	Solar Turbine Titan 130	1200	6.1	7320
88	UPS Battery Rack	Solar Turbine Titan 130	1200	6.1	7320
89	Paga Panel / TELECOM		50	6.6	330
90	Fire Panel		50	6.6	330
91	Computer For Controlling and work		10	12	120
92	Computer For Controlling and work		10	12	120
93	Pump Distribution Panel		50	7.5	375
94	Emergency Pump Distribution Panel		50	7.5	375
95	SS1		770400	7.5	5778000
96	SS2		57780	9	520020
97	SS3		57780	10.5	606690
98	SS4		57780	12	693360
99	SS5		219564	7.5	1646730
100	SS6		288900	8	2311200
101	Barge		1962013 .6	0	0
102	HSD TANK 1		318916. 8	3.75	1195938
103	HSD TANK 2		478375. 2	3.75	1793907
104	HSD TANK 3		637833. 6	3.75	2391876
105	HSD TANK 4		637833. 6	3.75	2391876
106	HSD TANK 5		637833. 6	3.75	2391876
107	HSD TANK 6		637833.	3.75	2391876

			6		
108	HSD TANK 7		637833. 6	3.75	2391876
109	HSD TANK 8		637833. 6	3.75	2391876
110	HSD TANK 9		637833. 6	3.75	2391876
111	HSD TANK 10		318916. 8	3.75	1195938
112	TURBIN 1 LO TANK		3200	5.8	18560
113	TURBIN 2 LO TANK		3200	5.8	18560
114	TURBIN 3 LO TANK		3200	5.8	18560
115	TURBIN 4 LO TANK		3200	5.8	18560
116	TURBIN 5 LO TANK		3200	5.8	18560
117	Fresh Water Tank		18900	3.9	73710
118	Ballast tetap		346260. 3224	1	346260.32 24
			1003079 1.92		9342763.4 85

Mencari Longitudinal Trim

No	Peralatan	Merk	Berat Satuan	LCG	T Weight
					Kg
1	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	-16	-1407952
2	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	-8	-703976
3	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	0	0
4	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	8	703976
5	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	16	1407952
6	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	-16	-24080
7	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	-8	-12040
8	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	0	0
9	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	8	12040
10	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	16	24080
11	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	-16	-66016
12	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	-8	-33008
13	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	0	0
14	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	8	33008
15	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	16	66016
16	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	-16	-16688
17	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	-8	-8344
18	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	0	0
19	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	8	8344
20	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	16	16688

21	Natural Gas Metering	GE Dresser D800	900	-40	-36000
22	Pompa Transfer	Matz 20	75	-30	-2250
23	Pompa Transfer	Matz 20	75	-30	-2250
24	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 1	Matz 15S	60	-30	-1800
25	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 1	Matz 15S	60	-30	-1800
26	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 2	Matz 15	60	-30	-1800
27	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 2	Matz 15	60	-30	-1800
28	Gas Turbine Liquid Fuel Treatment	AlvaLaval FOCUS 12	5387	40	215480
29	Booster Compressor	Howden WRV 510	11500	-35	-402500
30	Booster Compressor	Howden WRV 510	11500	-32.5	-373750
31	Lubricating Cleaning System	Alfalaval 305	790	-37.5	-29625
32	Lubricating Cleaning System	Alfalaval 305	790	-37.5	-29625
33	Lubricating Pump Cluster 1	Matz 15	60	-30	-1800
34	Lubricating Pump Cluster 1	Matz 15	60	-30	-1800
35	Lubricating Pump Cluster 2	Matz 15	60	-30	-1800
36	Lubricating Pump Cluster 2	Matz 15	60	-30	-1800
37	Main Trafo A		51000	-27.5	-1402500
38	Main Trafo B		43000	-27.5	-1182500
39	AUX Trafo		6920	-31.5	-217980
40	AUX Trafo		6920	-31.5	-217980
41	Instrument Air Package		550	-28	-15400
42	Instrument Air Package		550	-28	-15400

43	Neutral Grounding Resistant Trafo		600	-27.5	-16500
44	Neutral Grounding Resistant Trafo		600	-27.5	-16500
45	Neutral Grounding Resistant Trafo		600	-31.5	-18900
46	Neutral Grounding Resistant Trafo		600	-31.5	-18900
47	Emergency Diesel Generator		5728	-33.5	-191888
48	20 KV Switchgear and Metering			0	0
49	Switchyard and Protection, Metering		800	-23	-18400
50	11KV Switchgear Bus Colecting A		5000	-23	-115000
51	11KV Switchgear Bus Colecting B		4200	-23	-96600
52	400V Switch Gear		4000	-23	-92000
53	Emergency Switch Gear		3800	-23	-87400
54	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	-23	-8855
55	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	-23	-8855
56	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	-23	-8855
57	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	-23	-8855
58	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	-23	-8855
59	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	-26.5	-4081
60	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	-26.5	-4081
61	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	-26.5	-4081
62	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	-26.5	-4081
63	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	-26.5	-4081
64	Starter Battery	Solar Turbine	22	-24.5	-539

	Backup	Titan 130			
65	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	-24.5	-539
66	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	-24.5	-539
67	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	-24.5	-539
68	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	-24.5	-539
69	230 VAC UPS & bypass UPS	Solar Turbine Titan 130	700	-23	-16100
70	Distribution panel		75	-25	-1875
71	Distribution panel		75	-25	-1875
72	Distribution panel		75	-25	-1875
73	Distribution panel		75	-25	-1875
74	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	-26	-23010
75	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	-26	-23010
76	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	-26	-23010
77	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	-26	-23010
78	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	-26	-23010
79	Emergency Generator Control Panel		400	-25	-10000
80	Process Control Panel & Marshalling		400	-26	-10400
81	ESD & FG Panel & Marshalling		400	-26	-10400
82	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	-27	-14040
83	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	-27	-14040
84	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	-27	-14040

85	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	-27	-14040
86	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	-27	-14040
87	UPS Battery Rack	Solar Turbine Titan 130	1200	-23.5	-28200
88	UPS Battery Rack	Solar Turbine Titan 130	1200	-23.5	-28200
89	Paga Panel / TELECOM		50	-26.5	-1325
90	Fire Panel		50	-26.5	-1325
91	Computer For Controlling and work		10	26	260
92	Computer For Controlling and work		10	26	260
93	Pump Distribution Panel		50	-26.5	-1325
94	Emergency Pump Distribution Panel		50	-26.5	-1325
95	SS1		770400	26	20030400
96	SS2		57780	26	1502280
97	SS3		57780	26	1502280
98	SS4		57780	26	1502280
99	SS5		219564	-32.5	-7135830
100	SS6		288900	-32.5	-9389250
101	Barge		1962013 .6	0	0
102	HSD TANK 1		318916. 8	-32	-10205337.6
103	HSD TANK 2		478375. 2	-27	-12916130.4
104	HSD TANK 3		637833. 6	-20	-12756672
105	HSD TANK 4		637833. 6	-12	-7654003.2
106	HSD TANK 5		637833. 6	-4	-2551334.4
107	HSD TANK 6		637833.	4	2551334.4

			6		
108	HSD TANK 7		637833. 6	12	7654003.2
109	HSD TANK 8		637833. 6	20	12756672
110	HSD TANK 9		637833. 6	27	17221507.2
111	HSD TANK 10		318916. 8	32	10205337.6
112	TURBIN 1 LO TANK		3200	-16	-51200
113	TURBIN 2 LO TANK		3200	-8	-25600
114	TURBIN 3 LO TANK		3200	0	0
115	TURBIN 4 LO TANK		3200	8	25600
116	TURBIN 5 LO TANK		3200	16	51200
117	Fresh Water Tank		18900	38	718200
118	Ballast tetap		346260. 3224	0	0
			1003079 1.92		8268763.8

Mencari Rolling

No	Peralatan	Merk	Berat Satuan	KG	CL	T Weight
						Kg
1	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	8.4	0	0
2	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	8.4	0	0
3	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	8.4	0	0
4	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	8.4	0	0
5	Gas Turbine Generator Package	Solar Turbine Titan 130	87997	8.4	0	0
6	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	6.1	-10.5	-15802.5
7	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	6.1	-10.5	-15802.5
8	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	6.1	-10.5	-15802.5
9	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	6.1	-10.5	-15802.5
10	Turbine Exhaust System	Solar Turbine Titan 130	1505	6.1	-10.5	-15802.5
11	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	7.25	-8	-33008
12	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	7.25	-8	-33008
13	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	7.25	-8	-33008
14	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	7.25	-8	-33008
15	Lube Oil Cooler	Solar Turbine Titan 130	4126	7.25	-8	-33008

16	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	6.5	7	7301
17	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	6.5	7	7301
18	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	6.5	7	7301
19	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	6.5	7	7301
20	CO2 System	Solar Turbine Titan 130	1043	6.5	7	7301
21	Natural Gas Metering	GE Dresser D800	900	6.75	-11	-9900
22	Pompa Transfer	Matz 20	75	3.75	-1.2	-90
23	Pompa Transfer	Matz 20	75	3.75	1.2	90
24	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 1	Matz 15S	60	6.75	-10	-600
25	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 1	Matz 15S	60	6.75	-10	-600
26	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 2	Matz 15	60	6.7	-10	-600
27	Pompa Supplai Liquid Fuel Cluster 2	Matz 15	60	6.7	-10	-600
28	Gas Turbine Liquid Fuel Treatment	AlvaLaval FOCUS 12	5387	7.5	-10	-53870
29	Booster Compressor	Howden WRV 510	11500	6.7	-10	-115000
30	Booster Compressor	Howden WRV 510	11500	6.7	-10	-115000
31	Lubricating Cleaning System	Alfalaval 305	790	3.75	0	0
32	Lubricating	Alfalaval 305	790	3.75	0	0

	Cleaning System					
33	Lubricating Pump Cluster 1	Matz 15	60	3.75	-2.5	-150
34	Lubricating Pump Cluster 1	Matz 15	60	3.75	2.5	150
35	Lubricating Pump Cluster 2	Matz 15	60	3.75	-1	-60
36	Lubricating Pump Cluster 2	Matz 15	60	3.75	1	60
37	Main Trafo A		51000	10.5	7.5	382500
38	Main Trafo B		43000	10.5	10	430000
39	AUX Trafo		6920	7.5	10	69200
40	AUX Trafo		6920	7.5	10	69200
41	Instrument Air Package		550	6.25	10	5500
42	Instrument Air Package		550	6.25	10	5500
43	Neutral Grounding Resistant Trafo		600	10	7.5	4500
44	Neutral Grounding Resistant Trafo		600	10	10	6000
45	Neutral Grounding Resistant Trafo		600	7	10	6000
46	Neutral Grounding Resistant Trafo		600	7	10	6000
47	Emergency Diesel Generator		5728	6	10	57280

48	20 KV Switchgear and Metering			0	0	0
49	Switchyard and Protection, Metering		800	6.6	-7.8	-6240
50	11KV Switchgear Bus Colecting A		5000	6.6	-12	-60000
51	11KV Switchgear Bus Colecting B		4200	6.6	-12	-50400
52	400V Switch Gear		4000	6.6	-7.8	-31200
53	Emergency Switch Gear		3800	6.6	-7.8	-29640
54	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	6.6	1.7	654.5
55	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	6.6	2.7	1039.5
56	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	6.6	3.7	1424.5
57	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	6.6	4.7	1809.5
58	Gas Turbine VSD Panel	Solar Turbine Titan 130	385	6.6	5.7	2194.5
59	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	5.55	5.5	847
60	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	5.55	6.5	1001
61	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	5.55	7.5	1155
62	Gas Turbine Battery Charger	Solar Turbine Titan 130	154	5.55	8.5	1309
63	Gas Turbine Battery	Solar Turbine Titan 130	154	5.55	9.5	1463

	Charger					
64	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	5.7	13.5	297
65	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	5.7	13.5	297
66	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	5.7	13.5	297
67	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	5.7	13.5	297
68	Starter Battery Backup	Solar Turbine Titan 130	22	5.7	13.5	297
69	230 VAC UPS & bypass UPS	Solar Turbine Titan 130	700	6.4	4.5	3150
70	Distribution panel		75	6.1	4.5	337.5
71	Distribution panel		75	6.1	4.5	337.5
72	Distribution panel		75	6.1	4.5	337.5
73	Distribution panel		75	6.1	4.5	337.5
74	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	6.6	-1	-885
75	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	6.6	-2	-1770
76	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	6.6	-3	-2655
77	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	6.6	-4	-3540
78	Gas Turbine Control Panel	Solar Turbine Titan 130	885	6.6	-5	-4425
79	Emergency		400	6.6	4.5	1800

	Generator Control Panel					
80	Process Control Panel & Marshalling		400	6.6	0.75	300
81	ESD & FG Panel & Marshalling		400	6.6	1.5	600
82	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	5.9	9.5	4940
83	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	5.9	10.5	5460
84	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	5.9	11.5	5980
85	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	5.9	12.5	6500
86	Gas Turbine Battery Bank & Rack	Solar Turbine Titan 130	520	5.9	13.5	7020
87	UPS Battery Rack	Solar Turbine Titan 130	1200	6.1	12.5	15000
88	UPS Battery Rack	Solar Turbine Titan 130	1200	6.1	13.5	16200
89	Paga Panel / TELECOM		50	6.6	0.75	37.5
90	Fire Panel		50	6.6	1.5	75
91	Computer For Controlling and work		10	12	0	0
92	Computer For Controlling and work		10	12	0	0
93	Pump Distribution Panel		50	7.5	2	100

94	Emergency Pump Distribution Panel		50	7.5	2	100
95	SS1		770400	7.5	0	0
96	SS2		57780	9	0	0
97	SS3		57780	10.5	0	0
98	SS4		57780	12	0	0
99	SS5		219564	7.5	0	0
100	SS6		288900	8	7.5	2166750
101	Barge		1962013. 6	0	0	0
102	HSD TANK 1		318916.8	3.75	0	0
103	HSD TANK 2		478375.2	3.75	0	0
104	HSD TANK 3		637833.6	3.75	0	0
105	HSD TANK 4		637833.6	3.75	0	0
106	HSD TANK 5		637833.6	3.75	0	0
107	HSD TANK 6		637833.6	3.75	0	0
108	HSD TANK 7		637833.6	3.75	0	0
109	HSD TANK 8		637833.6	3.75	0	0
110	HSD TANK 9		637833.6	3.75	0	0
111	HSD TANK 10		318916.8	3.75	0	0
112	TURBIN 1 LO TANK		3200	5.8	0	0
113	TURBIN 2 LO TANK		3200	5.8	0	0
114	TURBIN 3 LO TANK		3200	5.8	0	0
115	TURBIN 4 LO TANK		3200	5.8	0	0
116	TURBIN 5 LO TANK		3200	5.8	0	0

117	Fresh Water Tank		18900	3.9	0	0
118	Ballast tetap		346260.3 224	1	-7.5	- 2596952. 418
			10030791 .92			0.082

Trim	0.824338085	kedepan	Max trim accepted	0.88	Status	Accept
roll	0	cL	Max roll accept	0	Status	Accept

Mencari GZ

GZ di dapatkan dengan rumus

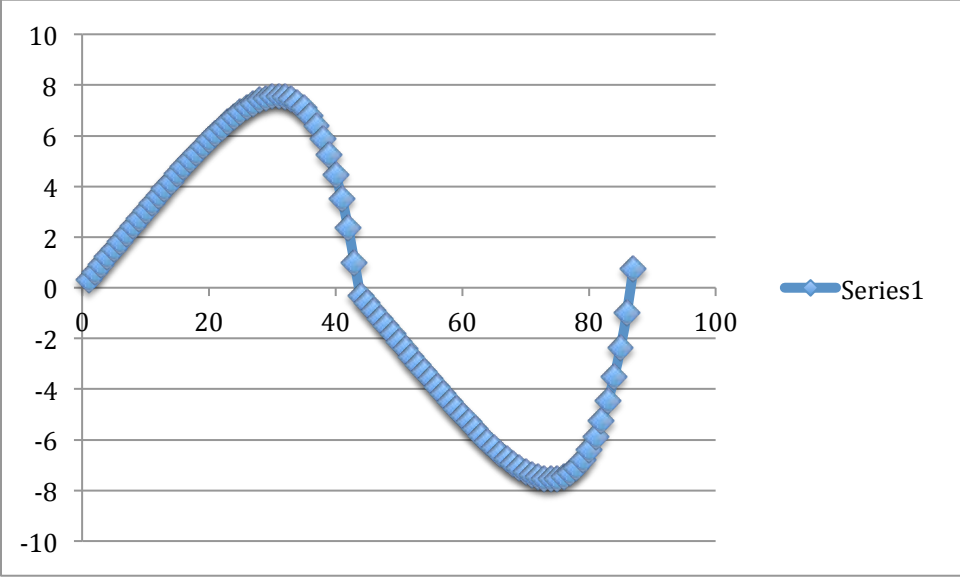
$$GZ = GM \times \sin O$$

$$GM = d/2 + (b^2/12d) + h$$

	LWT BALLAST	LWT DWT
GM	17.445	15.64
BK	1.77	1.954
BM	21.174	19.1914
KG	5.5	5.5

Dari dasaran tersebut maka diperhitungkan stabilitas kapal

LWT + BALLAST



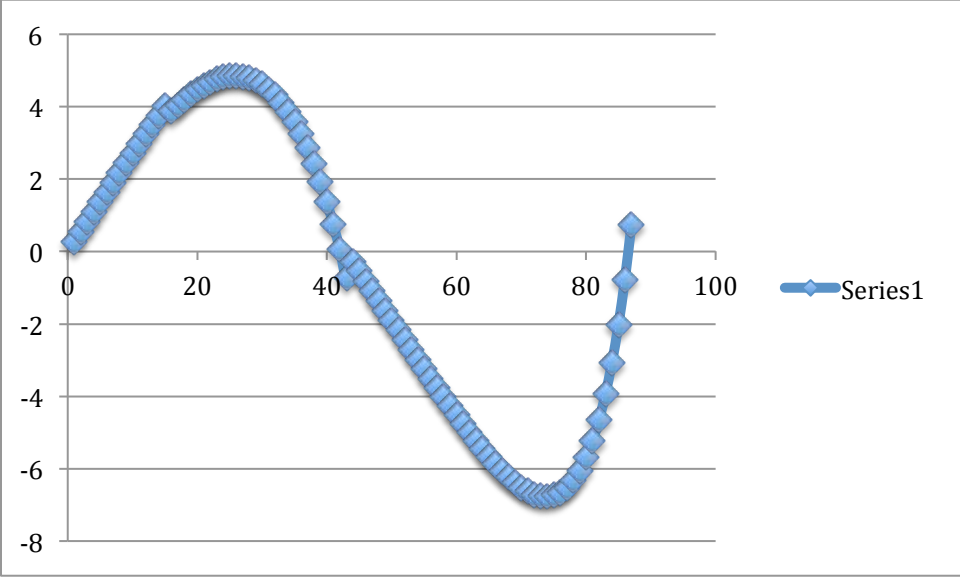
Ballast		GM	17.445		
		BM	21.17		
Tan^2	o	Rad	Sin	Tan	GZ
0.000304679	1	0.017453293	0.017452406	0.017455065	0.304457196
0.00121946	2	0.034906585	0.034899497	0.034920769	0.608820621
0.002746575	3	0.052359878	0.052335956	0.052407779	0.912992399
0.004889759	4	0.06981317	0.069756474	0.069926812	1.216866376
0.007654266	5	0.087266463	0.087155743	0.087488664	1.520323833
0.0110469	6	0.104719755	0.104528463	0.105104235	1.823228997
0.015076048	7	0.122173048	0.121869343	0.122784561	2.125424301
0.019751726	8	0.13962634	0.139173101	0.140540835	2.426725306
0.025085631	9	0.157079633	0.156434465	0.15838444	2.726915216
0.031091204	10	0.174532925	0.173648178	0.176326981	3.025738879
0.037783705	11	0.191986218	0.190808995	0.194380309	3.322896206
0.045180292	12	0.20943951	0.207911691	0.212556562	3.618034865
0.053300122	13	0.226892803	0.224951054	0.230868191	3.910742156
0.062164453	14	0.244346095	0.241921896	0.249328003	4.200535898
0.07179677	15	0.261799388	0.258819045	0.267949192	4.486854197
0.082222916	16	0.27925268	0.275637356	0.286745386	4.769043883
0.09347125	17	0.296705973	0.292371705	0.305730681	5.046347426
0.105572809	18	0.314159265	0.309016994	0.324919696	5.317888062
0.118561505	19	0.331612558	0.325568154	0.344327613	5.582652873

0.132474331	20	0.34906585	0.342020143	0.363970234	5.839473453
0.147351597	21	0.366519143	0.35836795	0.383864035	6.087003804
0.163237191	22	0.383972435	0.374606593	0.404026226	6.323694991
0.18017887	23	0.401425728	0.390731128	0.424474816	6.54776602
0.198228582	24	0.41887902	0.406736643	0.445228685	6.757170328
0.217442832	25	0.436332313	0.422618262	0.466307658	6.949557127
0.237883078	26	0.453785606	0.438371147	0.487732589	7.122226738
0.259616184	27	0.471238898	0.4539905	0.509525449	7.272078882
0.28271492	28	0.488692191	0.469471563	0.531709432	7.395552686
0.307258525	29	0.506145483	0.48480962	0.554309051	7.488556945
0.333333333	30	0.523598776	0.5	0.577350269	7.546388889
0.361033483	31	0.541052068	0.515038075	0.600860619	7.563639352
0.390461707	32	0.558505361	0.529919264	0.624869352	7.534081834
0.421730222	33	0.575958653	0.544639035	0.649407593	7.450542413
0.454961739	34	0.593411946	0.559192903	0.674508517	7.304746852
0.490290597	35	0.610865238	0.573576436	0.700207538	7.087140458
0.527864045	36	0.628318531	0.587785252	0.726542528	6.786675308
0.567843706	37	0.645771823	0.601815023	0.75355405	6.390558258
0.61040723	38	0.663225116	0.615661475	0.781285627	5.883951703
0.65575018	39	0.680678408	0.629320391	0.809784033	5.249617203
0.704088191	40	0.698131701	0.64278761	0.839099631	4.467489829
0.755659433	41	0.715584993	0.656059029	0.869286738	3.514168158
0.810727443	42	0.733038286	0.669130606	0.900404044	2.362301268
0.869584386	43	0.750491578	0.68199836	0.932515086	0.979849428
0.93255481	44	0.767944871	0.69465837	0.965688775	-
1	45	0.785398163	0.707106781	1	-
1.072323031	46	0.802851456	0.7193398	1.035530314	0.608820621
1.14997465	47	0.820304748	0.731353702	1.07236871	-
1.233460158	48	0.837758041	0.743144825	1.110612515	-
1.323347472	49	0.855211333	0.75470958	1.150368407	1.520323833
1.420276625	50	0.872664626	0.766044443	1.191753593	-
1.524970987	51	0.890117919	0.777145961	1.234897157	1.823228997
					-

					2.426725306
					-
1.638250582	52	0.907571211	0.788010754	1.279941632	2.726915216
					-
1.761047959	53	0.925024504	0.79863551	1.327044822	3.025738879
					-
1.894427191	54	0.942477796	0.809016994	1.37638192	3.322896206
					-
2.039606729	55	0.959931089	0.819152044	1.428148007	3.618034865
					-
2.197987025	56	0.977384381	0.829037573	1.482560969	3.910742156
					-
2.371184107	57	0.994837674	0.838670568	1.539864964	4.200535898
					-
2.561070605	58	1.012290966	0.848048096	1.600334529	4.486854197
					-
2.769826195	59	1.029744259	0.857167301	1.664279482	4.769043883
					-
3	60	1.047197551	0.866025404	1.732050808	5.046347426
					-
3.254588303	61	1.064650844	0.874619707	1.804047755	5.317888062
					-
3.537132037	62	1.082104136	0.882947593	1.880726465	5.582652873
					-
3.851839996	63	1.099557429	0.891006524	1.962610506	5.839473453
					-
4.203745843	64	1.117010721	0.898794046	2.050303842	6.087003804
					-
4.598909932	65	1.134464014	0.906307787	2.144506921	6.323694991
5.04468119	66	1.151917306	0.913545458	2.246036774	-6.54776602
					-
5.55004037	67	1.169370599	0.920504853	2.355852366	6.757170328
					-
6.126054932	68	1.186823891	0.927183855	2.475086853	6.949557127
					-
6.786489035	69	1.204277184	0.933580426	2.605089065	7.122226738
					-
7.54863217	70	1.221730476	0.939692621	2.747477419	7.272078882
					-
8.434440822	71	1.239183769	0.945518576	2.904210878	7.395552686
9.472135955	72	1.256637061	0.951056516	3.077683537	-

					7.488556945
10.69847685	73	1.274090354	0.956304756	3.270852618	-
					7.546388889
12.1620595	74	1.291543646	0.961261696	3.487414444	-
					7.563639352
13.92820323	75	1.308996939	0.965925826	3.732050808	-
					7.534081834
16.0863637	76	1.326450232	0.970295726	4.010780934	-
					7.450542413
18.76168325	77	1.343903524	0.974370065	4.331475874	-
					7.304746852
22.13354447	78	1.361356817	0.978147601	4.704630109	-
					7.087140458
26.46643602	79	1.378810109	0.981627183	5.144554016	-
					6.786675308
32.16343748	80	1.396263402	0.984807753	5.67128182	-
					6.390558258
39.86345819	81	1.413716694	0.987688341	6.313751515	-
					5.883951703
50.62848629	82	1.431169987	0.990268069	7.115369722	-
					5.249617203
66.33037874	83	1.448623279	0.992546152	8.144346428	-
					4.467489829
90.52313097	84	1.466076572	0.994521895	9.514364454	-
					3.514168158
130.6460956	85	1.483529864	0.996194698	11.4300523	-
					2.362301268
204.5090554	86	1.500983157	0.99756405	14.30066626	-
					0.979849428
364.0897773	87	1.518436449	0.998629535	19.08113669	-
					0.73093672

LWT +DWT



	GM	15.64	BM	19.194
	Penuh	sin	tan	GZ
1	0.017453293	0.017452406	0.017455065	0.272955606
2	0.034906585	0.034899497	0.034920769	0.545827132
3	0.052359878	0.052335956	0.052407779	0.818526778
4	0.06981317	0.069756474	0.069926812	1.090959236
5	0.087266463	0.087155743	0.087488664	1.363017807
6	0.104719755	0.104528463	0.105104235	1.634580326
7	0.122173048	0.121869343	0.122784561	1.90550487
8	0.13962634	0.139173101	0.140540835	2.175625147
9	0.157079633	0.156434465	0.15838444	2.444745528
10	0.174532925	0.173648178	0.176326981	2.712635608
11	0.191986218	0.190808995	0.194380309	2.979024232
12	0.20943951	0.207911691	0.212556562	3.243592881
13	0.226892803	0.224951054	0.230868191	3.505968293
14	0.244346095	0.241921896	0.249328003	3.765714214
15	0.261799388	0.258819045	0.267949192	4.022322109
16	0.27925268	0.275637356	0.286745386	3.875961049
17	0.296705973	0.292371705	0.305730681	4.048153139
18	0.314159265	0.309016994	0.324919696	4.206844726
19	0.331612558	0.325568154	0.344327613	4.351000406
20	0.34906585	0.342020143	0.363970234	4.47953621

21	0.366519143	0.35836795	0.383864035	4.591314643
22	0.383972435	0.374606593	0.404026226	4.68513924
23	0.401425728	0.390731128	0.424474816	4.759748592
24	0.41887902	0.406736643	0.445228685	4.813809759
25	0.436332313	0.422618262	0.466307658	4.845911001
26	0.453785606	0.438371147	0.487732589	4.854553731
27	0.471238898	0.4539905	0.509525449	4.838143601
28	0.488692191	0.469471563	0.531709432	4.79498059
29	0.506145483	0.48480962	0.554309051	4.723247971
30	0.523598776	0.5	0.577350269	4.621
31	0.541052068	0.515038075	0.600860619	4.486148153
32	0.558505361	0.529919264	0.624869352	4.316445707
33	0.575958653	0.544639035	0.649407593	4.109470421
34	0.593411946	0.559192903	0.674508517	3.86260506
35	0.610865238	0.573576436	0.700207538	3.573015423
36	0.628318531	0.587785252	0.726542528	3.237625513
37	0.645771823	0.601815023	0.75355405	2.853089415
38	0.663225116	0.615661475	0.781285627	2.415759354
39	0.680678408	0.629320391	0.809784033	1.921649346
40	0.698131701	0.64278761	0.839099631	1.366393716
41	0.715584993	0.656059029	0.869286738	0.74519964
42	0.733038286	0.669130606	0.900404044	0.052792705
43	0.750491578	0.68199836	0.932515086	-0.71664572
44	0.767944871	0.69465837	0.965688775	-0.272955606
45	0.785398163	0.707106781	1	-0.545827132
46	0.802851456	0.7193398	1.035530314	-0.818526778
47	0.820304748	0.731353702	1.07236871	-1.090959236
48	0.837758041	0.743144825	1.110612515	-1.363017807
49	0.855211333	0.75470958	1.150368407	-1.634580326
50	0.872664626	0.766044443	1.191753593	-1.90550487
51	0.890117919	0.777145961	1.234897157	-2.175625147
52	0.907571211	0.788010754	1.279941632	-2.444745528
53	0.925024504	0.79863551	1.327044822	-2.712635608
54	0.942477796	0.809016994	1.37638192	-2.979024232
55	0.959931089	0.819152044	1.428148007	-3.243592881
56	0.977384381	0.829037573	1.482560969	-3.505968293
57	0.994837674	0.838670568	1.539864964	-3.765714214
58	1.012290966	0.848048096	1.600334529	-4.022322109

59	1.029744259	0.857167301	1.664279482	-4.275200685
60	1.047197551	0.866025404	1.732050808	-4.523664022
61	1.064650844	0.874619707	1.804047755	-4.766918098
62	1.082104136	0.882947593	1.880726465	-5.004045432
63	1.099557429	0.891006524	1.962610506	-5.233987569
64	1.117010721	0.898794046	2.050303842	-5.455525033
65	1.134464014	0.906307787	2.144506921	-5.667254343
66	1.151917306	0.913545458	2.246036774	-5.867561619
67	1.169370599	0.920504853	2.355852366	-6.05459219
68	1.186823891	0.927183855	2.475086853	-6.22621555
69	1.204277184	0.933580426	2.605089065	-6.379984864
70	1.221730476	0.939692621	2.747477419	-6.513090079
71	1.239183769	0.945518576	2.904210878	-6.622303533
72	1.256637061	0.951056516	3.077683537	-6.703916726
73	1.274090354	0.956304756	3.270852618	-6.753666667
74	1.291543646	0.961261696	3.487414444	-6.766649898
75	1.308996939	0.965925826	3.732050808	-6.737221909
76	1.326450232	0.970295726	4.010780934	-6.658879189
77	1.343903524	0.974370065	4.331475874	-6.524120607
78	1.361356817	0.978147601	4.704630109	-6.324284085
79	1.378810109	0.981627183	5.144554016	-6.049353684
80	1.396263402	0.984807753	5.67128182	-5.687731132
81	1.413716694	0.987688341	6.313751515	-5.225964514
82	1.431169987	0.990268069	7.115369722	-4.648425168
83	1.448623279	0.992546152	8.144346428	-3.93692175
84	1.466076572	0.994521895	9.514364454	-3.070237843
85	1.483529864	0.996194698	11.4300523	-2.023576166
86	1.500983157	0.99756405	14.30066626	-0.767888267
87	1.518436449	0.998629535	19.08113669	0.73093672

Lampiran 7. Perhitungan Mooring System

NO	ARTIKEL	SATUAN	NILAI
1	DISPLACEMENT	T	10575.048
2	LWL	m	86.974
3	DRAFT	m	3.908
4	BEAM	m	30
5	End Wind Area (Ae)	m ²	0
6	Side Wind Area (As)	m ²	331.462
7	Wind Speed Vw	kt	50
8	Current speed Vc	kt	1
9	Wind angle ew	degrees	90
10	Current angle ec	degrees	90
11	Water Depth WD	m	10
Gaya Angin			
12	Cxw		0
13	Cyw		1
14	Cxyw		0.033
15	Fxw	N	0
16	Fyw	N	134076.379
17	Mw	Nm	7696.364932
Gaya Gelombang			
18	Wetted Surface(S)	m ²	2481.990802
19	WD/T		2.558853634
20	Cxca		0
21	Cyc		1.12
22	Cxcb		0
23	Cxyc		0.02
24	Fxc	N	0
25	Fyc	N	51753.6797
26	Mc	Nm	80379.00962
Gaya Total			
27	Longitudinal Force	N	51753.6797
28	Lateral Force	N	185830.0587
29	yaw Moment	N	-
			2072512.404

Line No	1	2	3
	Xch	Ych	Zch
1	3	14.7	1.589
2	3.5	14.7	1.589
3	28	14.7	1.589
4	28.5	14.7	1.589
5	57	14.7	1.589
6	57.5	14.7	1.589
7	81.3	14.7	1.589
8	81.8	14.7	1.589

4	5	6	7
			li
Xbl	Ybl	Zbl	$((((Xch-Xbl)^2)+((Ych-Ybl)^2))^{0.5})$
0	17.7	2	4.242640687
6.5	17.7	2	4.242640687
25	17.7	2	4.242640687
31.5	17.7	2	4.242640687
57.1	17.7	2	3.001666204
63.6	17.7	2	6.79779376
81.3	17.7	2	3
87.8	17.7	2	6.708203932

8	9	10	11	12
Zi	ai	Ei	Cos phy	tan-1
Zch-Zbl			(5-2)/7	(8/7)
-0.411	32	21.35	14.23517677	- 0.096873629
-0.411	32	21.35	14.23517677	- 0.096873629
-0.411	32	21.35	14.23517677	- 0.096873629
-0.411	32	21.35	14.23517677	- 0.096873629
-0.411	32	21.35	12.80271996	- 0.136923952
-0.411	32	21.35	15.53753369	- 0.060460793
-0.411	32	21.35	12.8	-0.137
-0.411	32	21.35	15.50865338	- 0.061268263

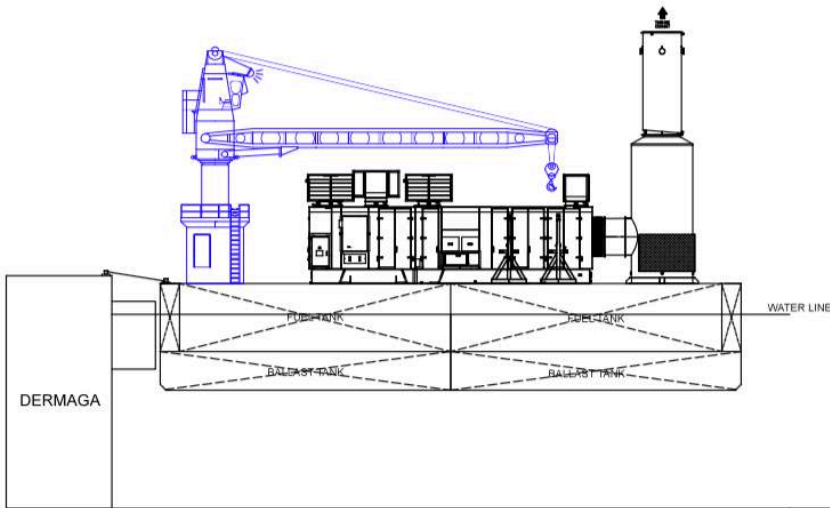
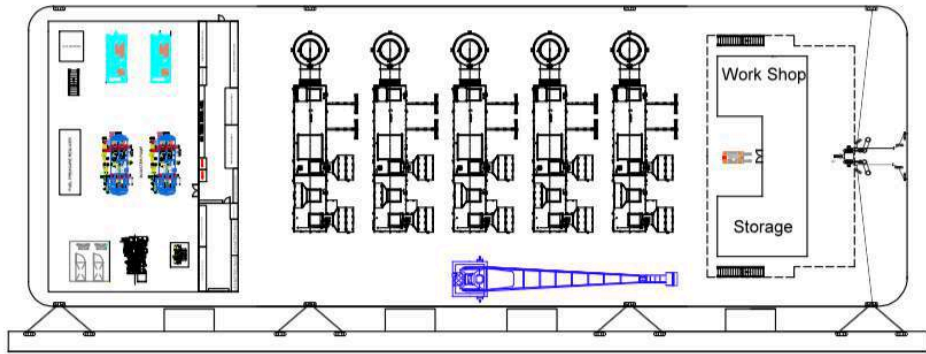
13	14	15	16	17
cos -1	lo	Li	BS	ki
		14+(7/13)		ai*Ei/Li
0.99999857 1	1	5.242646751	58	130.315856 2
0.99999857 1	1	5.242646751	58	130.315856 2
0.99999857 1	1	5.242646751	58	130.315856 2
0.99999857 1	1	5.242646751	58	130.315856 2
0.99999714 4	1	4.001674775	58	170.728517
0.99999944 3	1	7.797797545	58	87.6144829 5
0.99999714 1	1	4.000008576	58	170.799633 8
0.99999942	1	7.708207768	58	88.6327951

18	19	20
Kyi	Kyi * Xch	Kyi * Xch^2
ki * cos phy * cos - 1		
1855.066597	5565.19979 2	16695.5993 8
1855.066597	6492.73309 1	22724.5658 2
1855.066597	51941.8647 2	1454372.21 2
1855.066597	52869.3980 2	1506777.84 4
2185.78315	124589.639 6	7101609.45 6
1361.312222	78275.4527 9	4500838.53 5
2186.229063	177740.422 8	14450296.3 7
1374.574512	112440.195 1	9197607.95 9
14528.16534	609914.905 9	38250922.5 5

22	Fy	51753.6797
	Xcg	44
	Mr	-101
23	0.657198493	
	-6.571984931	

25	26	27
Fyi (23 + (Xch ^ 24))	Ti	FS
	Ti = Fyi / (cos phy cos - 1)	Fs = BS/Ti
34050.31138	3.635624236	15.95324385
34026.19131	3.635624236	15.95324385
34012.44033	3.635624236	15.95324385
34012.44033	3.635624236	15.95324385
34012.44031	4.042408775	14.34788099
34012.44031	3.330883109	17.41279958
34012.44031	4.043267785	14.34483271
34012.44031	3.337085949	17.38043337

Maka Sistem Mooring dapat digambarkan sebagai berikut.



Lampiran 8. GAMBAR

BIODATA PENULIS



Randy Adiputra. Lahir pada 30 Juni 1995. Anak pertama dari dua bersaudara yang dilahirkan dari pasangan Ir. Nefo H Siregar dan Dra. Rita Natsir. Penulis menempuh pendidikan formal pada TK Annajah Jakarta 1999 - 2001 , SDN Mexico 05 pagi 2001 - 2007, SMPN 19 Jakarta 2007 - 2010, SMAN 90 Jakarta 2010 - 2013. Setelah menyelesaikan pendidikan SMA penulis melanjutkan studi pada bidang Teknik Sistem Perkapalan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama masa perkuliahan penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan di Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS sebagai Kepala departemen minat dan bakat.

Penulis memiliki pengalaman dalam menempuh kerja praktik pada beberapa perusahaan yaitu PT. Dok dan Perkapalan Kodja Bahari Jakarta dan PT. Sarana Bandar Nasional. Dalam pengerjaan tugas akhir ini penulis mengambil fokus dalam bidang Reliability Availbility Management and System (RAMS)